

**IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE INDICE DE YODO
PARA ACEITE DE PALMA, ACEITE DE PESCADO Y SEBO, EN LA COMPAÑÍA
INDUSTRIAL DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS (CIPA S.A)**

JESSICA ANDREA RODRIGUEZ VINASCO.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA.

FACULTAD DE TECNOLOGIAS.

PEREIRA.

MAYO DE 2013

**IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE INDICE DE YODO
PARA ACEITE DE PALMA, ACEITE DE PESCADO Y SEBO, EN LA COMPAÑÍA
INDUSTRIAL DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS (CIPA S.A)**

JESSICA ANDREA RODRIGUEZ VINASCO

DIRECTOR(A)

EVELY YOHANA GALEANO SOSA.

AUXILIAR DE CALIDAD.

TUTOR(A)

NORMA PATRICIA DURAN.

**Requisito del programa de Tecnología Química para optar al título de
Tecnólogo Químico.**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

FACULTAD DE TECNOLOGÍAS.

PEREIRA.

MAYO DE 2013

DEDICATORIA

“A mi familia, que me ha apoyado en este tiempo de formación. A la empresa CIPA S.A que me dio la oportunidad para realizar mi proyecto y a la colaboración de todas las personas que me han ayudado al desarrollo de este trabajo”.

AGRADECIMIENTOS

La autora de este trabajo de grado expresa sus más sinceros agradecimientos a:

CARLOS Jefe de calidad CIPA S.A

EVELY JOHANA GALEANO, Auxiliar de calidad de la empresa CIPA S.A

YOLIMA CONSTANZA BATERO, Tecnóloga química Auxiliar de calidad de la empresa CIPA S.A

A todo el equipo de calidad de la empresa CIPA S.A que me apoyaron.

A la asesora de investigación NORMA PATRICIA DURÁN por su apoyo constante y enorme colaboración.

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------------|
| <i>Dedicatoria</i> | 3. |
| <i>Agradecimientos</i> | 4. |
| <i>Listado de gráficos</i> | 8. |
| <i>Listado de figuras</i> | 9. |
| <i>Listado de tablas</i> | 10. |
| <i>Resumen</i> | 12. |
| <i>Abstract</i> | 13. |
| <u>INTRODUCCIÓN</u> | 14. |
| <u>CAPITULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</u> | 17. |
| 1.1. JUSTIFICACIÓN | 17. |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 19. |
| 1.2.1. Situación problema..... | 19. |
| 1.3. OBJETIVOS | 20. |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 20. |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 20. |
| 1.4. MARCO TEÓRICO | 21. |
| 1.4.1. Cadena alimentaria..... | 21. |

| | |
|---|-----|
| 1.4.2. Grasas y Aceites..... | 22. |
| 1.4.3. Norma técnica colombiana 283:1998 (grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo), NTC 271:2009 (grasas y aceites animales y vegetales. Muestreo)..... | 26. |
| 1.4.4. Procedimiento según la NTC 283:1998 (grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo.)..... | 27. |
| 1.4.5. Base de Método..... | 29. |
| 1.4.6. Reacciones..... | 30. |
| 1.4.6.1.Reactivo de wijs..... | 30. |
| 1.4.7. Reacciones de halogenación..... | 30. |
| 1.4.8. Tipos de halogenación..... | 31. |
| 1.4.9. Adición de ioduro de potasio..... | 32. |
| 1.4.10. Valoración indirecta con yoduros..... | 32. |
| 1.4.11. Influencia del indicador almidón 1%..... | 33. |

CAPITULO 3. DISEÑO METODOLOGICO.....35.

| | |
|--|-----|
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 35. |
| 3.2. POBLACIÓN O MUESTRA..... | 35. |
| 3.3. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN | 36. |
| 3.4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA DETERMINACIÓN-MÉTODO DE WIJS..... | 38. |
| 3.5. REACCIONES..... | 39. |
| 3.6. CÁLCULOS..... | 39. |

CAPITULO 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....40.

- 4.1. TRATAMIENTO PRIMARIO DE LA MUESTRA EN SU RECEPCIÓN.....40.**
- 4.2. SOLUBILIDAD DE ACEITE DE PALMA Y GLICERINA.....41.**
- 4.3. ENSAYOS DE LA TÉCNICA ÍNDICE DE YODO CON CATALIZADOR ACETATO DE MERCURIO 2,5%.....46.**
- 4.4. RESULTADOS ÍNDICE DE YODO ACEITE DE PALMA.....48.**
- 4.5. RESULTADOS ÍNDICE DE YODO PARA SEBO.....49.**
- 4.6. RESULTADOS ÍNDICE DE YODO PARA ACEITE DE PESCADO.....50.**

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....53.

- 5.1. CONCLUSIONES.....53.**
- 5.2. RECOMENDACIONES.....54.**

BIBLIOGRAFIA.....55.

ANEXO 1. CRONOGRAMA.....58.

ANEXO 2. PRESUPUESTO.....59.

ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN PARA EL LABORATORIO CIPA S.A.....60.

LISTADO DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico # 1. Ensayos aceite de palma reactivo con fecha de vencimiento caducada..... | 44. |
| Gráfico # 2. Volumen de titulante Na_2SO_3 vs concentraciones 0,1N y 1N..... | 45. |
| Gráfico # 3. Comparación de índice de yodo de aceite de palma con diferente concentración de Na_2SO_3 | 46. |
| Gráfico # 4. Ensayos con catalizador acetato de mercurio 2,5% en ácido acético glacial, volumen Na_2SO_3 VS Número de muestra..... | 47. |
| Gráfico# 5. Ensayos de índice de yodo de aceite de palma empresa CIPA S.A..... | 49. |
| Gráfico# 6. Ensayos de índice de yodo de sebo empresa CIPA S.A..... | 50. |
| Gráfico# 7. Ensayos de índice de yodo de aceite de pescado empresa Cipa S.A..... | 52. |

LISTADO DE FIGURAS

Figura # 1. Reacciones involucradas en la determinación del índice de yodo de un triacilglicerol por el método de hanus.....33.

Figura. # 2. Fórmulas estructurales la adición del yodo a los ácidos grasos insaturados.....33.

LISTADO DE TABLAS

Tabla # 1. Peso de la muestra según índice de yodo esperado.....29.

Tabla # 2. Solubilidad de aceite de palma y glicerina.....41.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

RESUMEN

Este trabajo contiene la implementación de la norma técnica colombiana 283:1998 (Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo) como parámetro de aceptación para la calidad de materias primas en la empresa CIPA S.A dedicada a la producción de alimentos balanceados para animales.

La implementación de la técnica de índice de yodo para aceites y grasas se inició con la evaluación de la técnica de muestreo comprendida en la norma técnica colombiana 217:2009 (Grasas y aceites animales y vegetales. Muestreo). Además de esto se recopilieron datos de ensayo en la técnica índice de yodo para aceite de palma, sebo y aceite de pescado utilizadas para la elaboración de los productos.

Como resultado se presenta dicha implementación soportada por documentos que se anexaron a los procedimientos de bromatología, y los diversos ensayos con sus respectivos análisis y conclusiones obtenidas al finalizar proceso.

ABSTRACT

This work contains the implementation of the Colombian technical standard 283: (fats and vegetable and animal oils. Iodine) as a parameter of acceptance for quality materials in the CIPA SA Company dedicated to the production of animal feed.

The implementation of the iodine technique for oils and fats began with the evaluation of the sampling technique falls within the Colombian technical standard 217: (fats and animal and vegetable oils. Sampling). Besides this test data were collected in the iodine technique for palm oil, tallow and fish oil used for the manufacture of products.

The result shows that implementation supported by documents that were annexed to the procedures of food science, and the various tests with their analysis and conclusions reached at the end of process.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la calidad no es opcional, debe ser un compromiso permanente con objetivos, políticas y metas definidas. La implementación de un sistema de gestión de calidad no es un proceso fácil, requiere de estudio, tiempo y dedicación para conseguir como meta final la satisfacción del cliente o usuario y el reconocimiento competitivo en determinadas actividades.¹ Se comenta que cada vez se hace más importante para el cliente el aseguramiento de la calidad para tener más confianza en el producto que desea obtener; cada día el mercado es más competente por lo tanto si el cliente no encuentra las características requeridas en este, prefiere buscar un nuevo producto que cumpla con las expectativas. Actualmente la empresa CIPA S.A (Compañía Industrial de Productos Agropecuarios) es una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos balanceados para animales en todas las líneas de explotación animal; elabora alimentos en dos plantas de producción industrial, ubicadas estratégicamente en el territorio nacional, y cubre las necesidades del mercado a través de 5 centros regionales de distribución. La compañía cuenta con una infraestructura productiva de control y logística de tecnología moderna, con equipos de última generación, métodos y procedimientos controlados bajo normas internacionales de aseguramiento de la calidad; también un equipo humano y técnico capacitado para el desarrollo de los diferentes procesos productivos que obtienen Alimentos balanceados con los más altos estándares de calidad.

La empresa anteriormente mencionada cuenta con un laboratorio de análisis de bromatológicos que tiene como finalidad identificar las necesidades de los clientes de esta manera mejorar continuamente los servicios prestados, por tal razón el laboratorio posee un gran interés de implementar la técnica de índice de yodo en análisis de aceites y grasas según NTC 283 (Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo) para garantizar la calidad desde la recepción de materias primas.

El proceso de fabricación de alimentos balanceados no es la industria más exótica que existe en el mundo, pero tiene una función muy necesaria que está relacionada con la cadena alimenticia. El proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales tiene una serie de tareas complejas lo cual puede resultar en un entendimiento pobre de la actividad para personas no experimentadas. El conocimiento de la transformación de diferentes ingredientes

¹ LEÓN GIL Carlos Albeiro y LOAIZA ROJAS Norha Elena. Documentación del sistema de gestión de calidad del laboratorio de suelos del CIDAR dependencia de la secretaría de desarrollo agropecuario de la gobernación de Risaralda (Según NTC-ISO/IEC 17025:2005).pág. 13

con características físicas y químicas tan variadas, son necesarias para garantizar el buen desempeño del alimento a nivel de granjas animales. Esto requiere de un conocimiento y disciplina en el proceso para asegurar, manteniendo el producto en un estado balanceado y homogéneo.

La fabricación de alimentos balanceados, a pesar de ser un proceso científico, depende de las personas que los elaboran siguiendo las normas técnicas establecidas y los estándares de calidad. La automatización del proceso de elaboración es una tendencia en el mundo actual, pero existen aun muchas plantas de alimentos balanceados que son totalmente dependientes de decisiones acertadas por el personal que está encargado del proceso. Ante este procedimiento se puede argüir que a pesar de que en muchas empresas la maquinaria ocupa un gran papel, este proceso es muy dependiente de las acciones de las personas como de su total conciencia sobre la calidad en cada área de producción, porque son ellos los que inicialmente manipulan la materia prima y por tanto tienen la responsabilidad sobre el producto terminado.

Por otra parte, cada proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales, es la unificación o mezclado de muchos ingredientes y resultados deficientes pueden ocurrir a pesar de tener una automatización completa; la formulación de costo mínimo es lo que cada nutricionista está realizando, para lograr la mejor rentabilidad de la productividad animal, pero esto no significa que el proceso y la maquinaria presente en una fábrica produzcan un adecuado alimento balanceado. Muchas veces la noción de costo mínimo no es la adecuada en el proceso, pues las diferencias en calidades de materias primas y tecnología de cada fábrica, son difíciles de programar en una matriz de un modelo de programación lineal.

Mantener una buena comunicación es el primer paso para el entendimiento de los fundamentos del proceso de fabricación de alimentos balanceados y esto se logra cuando se utiliza la terminología adecuada entre todos los participantes de la industria de producción animal. La industria de fabricación de alimentos balanceados sigue evolucionando pues hay más énfasis en los procesos posteriores de un ingrediente o alimento balanceado para optimizar las eficiencias y el resultado económico de los programas de alimentación animal a nivel de granjas.

Además, se debe de comprender que no hay otro factor que esté relacionado directa e indirectamente con la adecuada nutrición y rendimiento productivo de los animales, como lo es el adecuado proceso de fabricación de alimentos balanceados y su uso en granjas. El grado de calidad se mide en términos de consistencia productiva y económica en el tiempo, comparado contra lo que se

espera.² Se dice que es importante realizar pruebas de calidad que aseguren que además de cumplir con lo esperado, tenga coherencia con lo que se vende y está plasmado en la etiqueta.

Por lo anteriormente mencionado, en la empresa CIPA S.A se implementa la técnica índice de yodo que tiene como finalidad el presente trabajo de grado, permitiendo el aseguramiento de la calidad en aceites y grasas que ingresan para la posterior producción de alimentos.

² DAWE, S., A proactive approach to product quality and food safety, 2001 Hybrid Turkeys, Canada.

CAPITULO 1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

El aseguramiento de la calidad en las empresas de alimentos es primordial para el mercado, dado que cada día el cliente es más exigente, por lo tanto la empresa CIPA S.A. tiene como misión ofrecer productos de excelente calidad para tener una mayor competencia a nivel nacional. Con base a esto la calidad de las materias primas que se utilizan en la preparación de productos alimenticios para animales, se realizan análisis fisicoquímicos que permiten conocer el estado de dichas materias y si cumplen con la normatividad establecida, lo cual indica si el producto cumple o no con la calidad requerida, uno de los parámetros que define este carácter de una grasa o un aceite es el “índice de yodo”, técnica que se implementa en la empresa ya mencionada y que tiene como objetivo principal el presente trabajo; esta práctica es importante ya que brinda información acerca del estado en que se encuentra el producto en términos de rancidez, medida de las insaturaciones presentes en los Ácidos Grasos que conforman un triglicérido, está relacionado además con el punto de fusión o dureza y densidad de la materia grasa.

Las grasas y aceites comestibles contienen una buena cantidad de ácidos grasos insaturados, por lo cual su índice de yodo es alto, existe una relación entre grados de insaturación y el grado de enranciamiento, porque los glicéridos de ácidos grasos con 2 o 3 dobles enlaces son más sensibles a la oxidación, esto permite cuantificar el grado de rancidez del producto y permite saber si es apto para su utilización en la fabricación de preparados para consumo animal. Siguiendo el procedimiento de la Norma Técnica Colombiana 283:1998 (Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo). Al obtenerse datos experimentales se hace un tratamiento en forma de gráficos de control que indica los posibles resultados que se deben tener en cuenta al momento de realizar un análisis.

Además de los análisis de índice de yodo también se tiene en cuenta en el muestreo, el tiempo requerido para la toma de muestra; se hacen análisis de solubilidad en caso que haya una sospecha en la identidad del aceite de palma

como uno de los lípidos más críticos que ingresan. La implementación busca la reducción de costos para la empresa CIPA S.A, de manera que se puede realizar en su propio laboratorio evitando envíos de muestras a laboratorios externos que tienen altos costos y no permite obtener resultados inmediatos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la empresa CIPA S.A por ser una planta con mucha producción y demanda, requieren periódicamente de materia prima como aceite de palma principalmente pero también hay recepción de sebo y aceite de pescado; en el laboratorio de calidad de esta empresa realizan análisis de índice de peróxido y acidez cada vez que ingresa esta clase de materia prima, pero dado que en ocasiones anteriores en el caso del aceite de palma no cumplía con lo requerido y que en los gemelos (lugar donde almacenan dicho aceite), los operarios notaban inconsistencia en la textura. Se enviaron contra muestras a laboratorios externos, dando testimonio que esta sustancia no cumplía con la identidad de aceite de palma, pero estos resultados eran tardíos y representaban un alto costo.

Los preparados para consumo animal se realizan con materias primas tales como grasas y aceites, ya que son una base importante de ácidos grasos, lo cual es una fuente de energía para los animales; Muchas veces estas materias primas se utilizan en los preparados sin verificar su estado y en las condiciones que son aceptadas, lo cual genera problemas en los animales y conlleva a pérdidas en las empresas; en algunos casos se presentan fraudes en las materias primas que se reciben, ya que pueden ser en lugar de aceite, una mezcla de glicerina y aceites; por lo anterior se hace necesario realizar análisis fisicoquímicos que evalúen ciertos parámetros que brindan información del estado de las materias primas, y de si son aptas para la fabricación del producto, todo esto dentro del marco legal de las Normas Técnicas Colombianas. Sin olvidar que en la cadena alimenticia del ser humano están incluidos los alimentos de origen animal, lo que indica que no solo afecta la salud de los animales sino que también podría afectar la de los seres humanos.

Este trabajo pretende implementar la técnica de índice de yodo en grasas y aceites vegetales, específicamente en aceite de palma, de pescado y sebo en la empresa CIPA S.A, como soporte para la recepción de estas materias primas y obtención de información a partir de su estado en términos de calidad, lo anterior se realiza en conjunto con los análisis de índice de peróxidos, acidez, que son técnicas que se emplean normalmente en la empresa.

1.2.1 Situación problema: La necesidad del Laboratorio de análisis bromatológicos CIPA S.A de implementar una técnica de aseguramiento de la calidad de aceites y grasas, con base en los requisitos de la NTC 283:1998 (Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo.), certificando de esta manera los productos balanceados para la alimentación de los animales que juegan un papel importante en la cadena alimenticia.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Implementar el análisis cuantitativo de índice de yodo para aceite de palma, aceite de pescado y sebo, en la compañía industrial de productos agropecuarios (CIPA S.A)

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar según las Normas Técnicas Colombianas 217 (Grasas y aceites animales y vegetales. Muestreo) y 283 (Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo) la implementación de índice de yodo en grasas y aceites, como parámetro de aceptación en la empresa CIPA S.A.
- Realizar ensayos cuantitativos para la implementación de la técnica “índice de yodo” como parámetro de aceptación en la empresa CIPA S.A.
- Hacer revisión bibliográfica de los valores teóricos de índice de yodo para aceites y grasas.
- Elaborar un documento base que desarrolla la metodología del estudio y análisis.

1.4. MARCO TEORICO

CIPA S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos balanceados para animales en todas las líneas de explotación animal.³

Según la norma ISO 22000, asegura que todos los requisitos de esta norma son genéricos y están previstos para aplicación a todas las organizaciones en la cadena alimentaria independientemente de su tamaño y complejidad. Se contienen organizaciones involucradas directamente en uno o más etapas de la cadena alimentaria. Las organizaciones que están directamente involucradas incluyen, pero no se limitan a los productores de alimentos para animales, cultivadores, granjeros, productores de ingredientes, productores de alimentos, vendedores al por menor, servicios de alimentación, servicios de suministro de comidas, organizaciones que ofrecen servicios de limpieza y saneamiento, transporte, almacenamiento y distribución.

1.4.1. Cadena alimentaria

Secuencia de las etapas y operaciones involucradas en la producción, procesamiento, distribución, almacenamiento y manipulación de un alimento y sus ingredientes, desde su producción primaria hasta consumo.

NOTA 1: La producción primaria incluye la producción de alimentos para animales que producen alimentos, y para animales destinados a la producción de alimentos.⁴

Si se sumara el trabajo de preparar comida casera (que implica: compra, refrigeración, preparación, etc.), el costo del tratamiento para un animal con problemas gastrointestinales por indiscreción dietaria, el lavado de recipientes, y sobre todo, la salud de los animales; es de darse cuenta que el concentrado presenta una muy buena relación precio – valor en comparación con el preparado casero o las sobras.⁵

Las empresas que se encargan de la preparación de este tipo de concentrados, deben tener en cuenta las proporciones de cada materia prima en determinado

³ La empresa. [abril 03 de 2013]. www.cipa.com.co

⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria (NTC ISO 22000)

⁵ Relación Precio – Valor. [abril 03 de 2013]. www.lacasadelgranjero.com.

tipo de preparación, ya que un exceso de estos es perjudicial para la salud del animal. Al aumentar la ingestión de alimento hay más energía disponible en el organismo del animal, y por tanto se favorece y obtención de grasa muscular, ya que el exceso de energía ingerida respecto a los gastos de mantenimiento permite una mayor formación de tejido muscular y de tejido adiposo. Se pueden establecer tres tramos respecto al aporte energético:

- si el aporte energético es muy escaso no se llegan a cubrir las necesidades de mantenimiento, por lo que el animal adelgaza.

- si el aporte es más generoso se cubren las necesidades de mantenimiento y además el animal engorda. Esta ganancia de peso va a estar constituida principalmente por tejido muscular, ya que no sobra demasiada energía para almacenarse en forma de grasa; además, la ganancia de peso será pequeña (debida solamente a la ganancia de músculo). En este tramo el índice de conversión mejorará a medida que aumente la ingestión, por lo cual las necesidades de mantenimiento representan un porcentaje cada vez menor en las necesidades totales del animal.

- finalmente, si la ingestión de alimento es abundante, el exceso de energía ingerido permite formar, además de tejido muscular, tejido graso, aumentando por tanto la velocidad de crecimiento; por este motivo, en ocasiones se utilizan raciones con una alta concentración energética ya que, aunque se obtienen canales más grasos, se consiguen canales de más peso. Sin embargo, en este tramo empeora el índice de conversión, pues la formación de grasa es más cara que la formación de músculo. La inclusión de grasa en la ración no influye sobre la cantidad de grasa depositada en la canal, siempre que la ración esté equilibrada en energía y proteína; no obstante, la grasa de la ración sí influye sobre la calidad de la grasa de la canal. Lo que significa que el aporte de energía de los animales está principalmente dada por la ingestión de grasas y aceites, y de estos depende que el animal tenga la forma que se requiere para luego un consumo, lo ideal es una equilibrada ingestión por ello se hace importante que la identidad de los aceites y grasas sea certificada para que el alimento cumpla con la calidad y con lo que promete al consumidor final.

El aceite de palma reúne varias características importantes que determinan una gran versatilidad para ser utilizado en la alimentación y en la industria. Por un lado, tiene un alto contenido en glicéridos sólidos, lo que le confiere una gran consistencia sin necesidad de hidrogenación. Es muy resistente a los procesos oxidativos, lo que le confiere una vida útil muy larga, con la consiguiente posibilidad de ser almacenado durante mucho tiempo.

También su contenido de triglicéridos de punto de fusión alto, permite su inclusión en la formulación de productos con un rango plástico muy alto, ideal para climas muy cálidos y para muchas aplicaciones industriales.

1.4.2. GRASAS Y ACEITES

También llamadas lípidos, conjuntamente con los carbohidratos representan la mayor fuente de energía para el organismo. Como en el caso de las proteínas, existen grasas esenciales y no esenciales. Las esenciales son aquellas que el organismo no puede sintetizar, y son: el ácido linoléico y el linolénico, aunque normalmente no se encuentran ausentes del organismo ya que están contenidos en carnes, fiambres, pescados, huevos, etc. Bioquímicamente, las grasas son sustancias apolares y por ello son insolubles en agua. Esta apolaridad se debe a que sus moléculas tienen muchos átomos de carbono e hidrógeno unidos de modo covalente puro y por lo tanto no forman dipolos que interactúen con el agua. Podemos concluir que los lípidos son excelentes aislantes y separadores. Las grasas están formadas por ácidos grasos. En términos generales llamamos aceites a los triglicéridos de origen vegetal, y corresponden a derivados que contienen ácidos grasos insaturados predominantemente por lo que son líquidos a temperatura ambiente. Están compuestas por triglicéridos de origen animal constituidos por ácidos grasos saturados, sólidos a temperatura ambiente. (Manteca, grasa, piel de pollo, en general: en lácteos, carnes, chocolate, palta y coco).

Las grasas cumplen varias funciones:

- Energéticamente

, las grasas constituyen una verdadera reserva energética, ya que brindan 9 KCal (Kilocalorías) por gramo.

- Plásticamente

, tienen una función dado que forman parte de todas las membranas celulares y de la vaina de mielina de los nervios, por lo que podemos decir que se encuentra en todos los órganos y tejidos. Aislante, actúan como excelente separador dada su apolaridad.

- Transportan

Proteínas liposolubles.

- Dan sabor y textura a los alimentos.⁶

⁶ LICATA Marcela. Nutrición.[abril 30 de 2013]. zonadiet.com

En términos generales llamamos aceites a los triglicéridos de origen vegetal, y corresponden a derivados que contienen ácidos grasos insaturados predominantemente por lo que son líquidos a temperatura ambiente. Las grasas de origen vegetal se pueden encontrar en las semillas de plantas (p.ej. colza, girasol, maíz), las frutas (aceituna, aguacate) y los frutos secos (p.ej. cacahuetes, almendras). Para obtener el aceite se lavan y trituran las semillas, frutas o frutos secos, después se someten a procesos de calentamiento y se saca el aceite por medio de un proceso de extracción. Posteriormente, el aceite se refina para eliminar impurezas, sabores, olores o colores no deseados. Algunos aceites, como el de oliva virgen, el de nueces y el de pepitas de uva provienen del prensado directo de la semilla o fruta, sin que se realice ningún otro proceso de refinamiento. Las grasas pueden estar presentes de forma natural en los alimentos, como en la carne grasa, los pescados grasos, la yema de huevo, el queso, la leche entera y la semidesnatada, o se pueden añadir durante su preparación, ya sea encasa o por fabricantes de productos alimenticios, por ejemplo para la elaboración de tartas, galletas, pasteles, aperitivos salados, productos cárnicos o mayonesa. Los aceites y las grasas pueden ser claramente visibles en los alimentos (p.ej. el aceite para cocinar y para ensaladas, las mantequillas, otras grasas para untar, la nata, y la grasa visible de la carne), o pueden estar mezclados con otros componentes alimenticios, con lo cual resultan menos obvios para el consumidor. Aproximadamente un 70% de la ingesta media de grasa proviene de estas grasas llamadas "ocultas".

Estructura de las grasas

Más del 90% de las grasas o lípidos ingeridos en la dieta y presentes en el organismo se encuentran en forma de triglicéridos y el resto está formado por colesterol, ceras y fosfolípidos.

Todos los triglicéridos están constituidos por una estructura en forma de tenedor, llamada glicerol y 3 elementos estructurales, llamados ácidos grasos⁷

Los ácidos grasos insaturados disminuyen el colesterol en sangre y también son llamados ácidos grasos esenciales. Los animales no son capaces de sintetizarlos, pero los necesitan para desarrollar ciertas funciones fisiológicas, por lo que debemos aportarlos en la dieta. La mejor forma y la más sencilla para poder enriquecer la dieta con estos alimentos, es aumentar su ingestión, es decir, aumentar su proporción respecto los alimentos que consumimos de forma habitual.⁸

⁷ BOURGES RODRÍGUEZ Héctor. Glosario de Términos para la Orientación Alimentaria. Aceites. [abril 15 de 2013]. <http://www.facmed.unam.mx>

⁸ Los lípidos. [abril 15 de 2013]. [Foro.culturismodigital.com](http://foro.culturismodigital.com)

El fraccionamiento del aceite de palma permite obtener por un lado la oleína de palma, que es líquida a temperatura ambiente y por el otro la estearina de palma, de alto punto de fusión y que a la misma temperatura permanece sólida. Con un método de fraccionamiento más complejo, se puede obtener una tercera fracción, denominada intermedia, con propiedades que oscilan entre la oleína y la estearina y conteniendo aproximadamente un 60% de ácido palmítico y un 40% de ácido oleico.

El aceite crudo presenta un color rojo anaranjado muy fuerte, debido al alto contenido en carotenoides, que alcanza niveles de 500-700 mg por litro. En consecuencia, el aceite sin refinar representa la fuente alimentaria más rica en compuestos carotenoides y algunos pueblos lo utilizan en forma natural, pero el caroteno se destruye en el proceso de refinación, mediante el cual se produce el aceite de color claro que prefiere la mayoría de los consumidores. El aceite de palma refinado, que es semisólido a temperatura ambiente (20°-22°), es utilizado como aceite para ensaladas y en formulaciones para margarinas, mantecas y grasas para panaderías. También es bueno para freír, por su baja cantidad de ácidos grasos poliinsaturados. La presencia de antioxidantes naturales y la ausencia del ácido linolénico confieren una excelente estabilidad al aceite y a la oleína de palma, que producen alimentos fritos con buen sabor y vida útil prolongada.⁹

En los últimos tiempos, y al temor del aumento de precio de los cereales, las nuevas regulaciones europeas sobre las restricciones en el uso de algunos productos (ionóforos), utilizados como reguladores ruminales y muy útiles en las dietas ricas en cereales; las recientes investigaciones en relación a las mejoras en la esfera reproductiva; la longevidad de los animales con el uso de grasas en las dietas de los bovinos; y un aumento del interés de los consumidores en relación a los beneficios de leches y carnes ricas en ácidos grasos esenciales (AGE) en la salud humana, nos inducen a considerar, con mayor interés, el uso de grasas en la alimentación de los rumiantes.¹⁰

Las grasas que se utilizan en las raciones de los rumiantes son mayoritariamente saturadas (manteca o palma) o protegidas (jabones cálcicos o grasas hidrogenadas), mientras que los aceites con alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados (AGP), como el aceite de soja, girasol o lino, se restringen para dietas más técnicas, atendiendo a que éstos últimos pueden tener una mayor

⁹ SAGPyA. Usos del aceite de palma.[abril 20 de 2013] /www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/usos-aceite-palma-t975/078-p0.htm

¹⁰ BAUCCELLS Joaquim. El aceite de palma es una buena alternativa en la alimentación de rumiantes. Correspondiente a Albéitar: 130

incidencia sobre la flora ruminal, la digestión de los alimentos, el consumo y el perfil de la grasa láctea.¹¹

En los análisis de algunas de las características físicas y químicas de las grasas y aceites que fortalecen los concentrados es necesario, debido a que de ellas derivan sus propiedades. En los productos normales permite establecer adulteraciones e identificar productos nuevos. En análisis de rutina las determinaciones de los índices de yodo, saponificación, acidez, peróxido y la materia no saponificable, junto con las pruebas cualitativas para adulteraciones son suficientes para confirmar la identidad y comestibilidad de la mayoría de las grasas y aceites. Tanto el índice de yodo como el de refracción indican el contenido de ácidos grasos no saturados.¹²

Las grasas verdaderas o triglicéridos son compuestos orgánicos carentes de nitrógeno, que se forman en el metabolismo vegetal y animal y que poseen desde un punto de vista fisiológico un elevado poder calorífico. Son los nutrientes con mayor poder energético (1 gramo de grasa produce 9,3 Kcal al organismo). Las grasas, por lo general, se encuentran asociadas con numerosas sustancias acompañantes, estrechamente relacionadas biogenéticamente unas con otras. Las grasas y sus sustancias acompañantes, que en conjunto se denominan también lípidos, se diferencian entre sí básicamente por su estructura química, aunque presentan en su totalidad propiedades químico-físicas similares, como por ejemplo la solubilidad en disolventes orgánicos. Es posible extraer conclusiones acerca de la identidad, composición (pureza, autenticidad) y calidad (frescura, vida útil) de una grasa/aceite empleando diferentes métodos químicos O físico-químicos y sensoriales. Entre los métodos químicos (índices) destacan el de saponificación (cantidad de hidróxido potásico necesaria para la saponificación de 1 g de grasa), yodo (cantidad en gramos de yodo que resulta ligada por cada 100 g de grasa), acidez (cantidad en miligramos de hidróxido potásico necesaria para la neutralización de los ácidos grasos libres presentes en 1 g de grasa) y de peróxidos (cantidad en miligramos de oxígeno activo en 1 Kg de grasa).¹³

El índice de yodo es una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa. Será tanto mayor cuanto mayor sea el número de dobles enlaces por unidad de grasa, utilizándose por ello para comprobar la pureza y la identidad de las grasas (el índice de yodo del ácido oleico es 90, del ácido linoleico es 181 y del ácido linolénico 274). A la vez que los dobles enlaces de los ácidos grasos

¹¹ Ibíd., p. 25

¹² Análisis de grasas y aceites: índice de refracción, yodo, saponificación y peróxido. [abril 21 de 2013] www.ciens.ucv.ve

¹³ R. Matissek, F.M. Schnepel y G. Steiner. Análisis de los alimentos. Ed. Acribia

insaturados se determinan también las sustancias acompañantes insaturadas, por ejemplo, los esteroides. El yodo por sí mismo no reacciona con los dobles enlaces. En su lugar se utilizan bromo o halogenuros mixtos como monoclóruo de yodo o IBr. El método recibe distintos nombres dependiendo del reactivo empleado. La adición de halógenos a los dobles enlaces depende de la constitución y configuración de los compuestos insaturados, del tipo de halógeno y de disolvente, así como de las condiciones externas. La reacción no es cuantitativa. Por ello, para que los resultados sean repetibles, hay que establecer exactamente unas condiciones de trabajo estandarizadas e indicar la metodología utilizada.¹⁴

La hidrogenación es un proceso químico mediante el cual los aceites se transforman en grasas sólidas mediante la adición de hidrógeno a altas presiones y temperaturas, y en presencia de un catalizador. Existen dos tipos de hidrogenación en la industria, la parcial y la completa. En la parcial la reacción se corta hasta alcanzar el sólido deseado, una vez ya alcanzado esto, se mide el índice de yodo el cual se encuentra en un rango de 50 y 100; a diferencia de este proceso, la hidrogenación completa es la saturación total de todo el aceite, al obtener el producto final se indica el índice de yodo el cual es cercano a 0 y con un punto de fusión elevado.¹⁵

1.4.3. Norma Técnica Colombiana 283:1998 (Grasas Y Aceites Vegetales Y Animales. Índice De Yodo), NTC 271:2009 (Grasas Y Aceites Animales Y Vegetales. Muestreo)

Fundamento

El índice de yodo mide la insaturación de los ácidos grasos y ésteres, ya que es función del grado de insaturación. Se determina añadiendo a la muestra un exceso de reactivo halogenado que reacciona con los dobles enlaces (Adición electrofílica); en el método Wijs la grasa disuelta se hace reaccionar con monoclóruo de yodo en exceso. La cantidad de monoclóruo de yodo que no se adiciona a los dobles enlaces oxida una disolución de yoduro a yodo, y éste se determina por valoración con una disolución de tiosulfato sódico. La reacción de

¹⁴ Índice De Yodo. BuenasTareas.com. [abril 22 de 2013] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Indice-De-Yodo/1121327.html>

¹⁵ Hamm, W y Hamilton, H (2001). *Edible Oil Processing*. Sheffield: Academic Press.

adición se lleva a cabo en oscuridad para evitar que se produzcan reacciones laterales de radicales inducidos por la luz (y con ello un gasto aparente de halógeno mayor). Dado que el reactivo halogenante va preparado en acético glacial y es de concentración aproximada y variable deberá hacerse siempre un ensayo en blanco para calcular su equivalencia en yodo. Posteriormente, se valora por retroceso el exceso de halógeno que no ha reaccionado (valoración redox)

El resultado se expresa como peso de yodo absorbido por 100 partes de peso de materia grasa ¹⁶

Procedimiento Según La NTC 283:1998 (Grasas Y Aceites Vegetales Y Animales. Índice De Yodo.).

Esta norma establece los pasos a utilizar en el procedimiento de índice de yodo en grasas y aceites, desde el momento de la recepción de las muestras, según su estado hay que calentarlas para luego filtrarlas, luego se procede a realizar un blanco, que servirá como comparativo de acuerdo al índice de yodo que se espera encontrar, posterior a la preparación del blanco se agrega del reactivo Wijs, y se lleva a un lugar oscuro por el tiempo que se requiera, luego de este tiempo se adiciona yoduro de potasio y agua, inmediatamente se titula con Tiosulfato de sodio hasta obtener una coloración amarilla, se adiciona almidón mediante un gotero y se continua la titulación hasta que desaparezca la coloración azul, el blanco debe operar bajo las mismas condiciones.¹⁷

De acuerdo con el valor de yodo esperado, se pesa en el matraz, con precisión a 0,000 1g, la masa de la porción de ensayo indicada en la **TABLA # 1. PESO DE LA MUESTRA SEGÚN ÍNDICE DE YODO ESPERADO**

¹⁶ ROSSELL J.B., Pritchard J. L.R; Analysis of Oilseeds, fats and Fatty Foods; Elsevier Science Publishers Ltd, Irlanda 1991.

¹⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo.(NTC 283)

| Índice de yodo esperado, g/100g | Masa de la porción de ensayo g | Volumen de solvente ml |
|---|-----------------------------------|------------------------------|
| < 1,5 | 15,00 | 25 |
| 1,5 a 2,5 | 10,00 | 25 |
| 2,5 a 5 | 3,00 | 20 |
| 5 a 20 | 1,00 | 20 |
| 20 a 50 | 0,40 | 20 |
| 50 a 100 | 0,20 | 20 |
| 100 a 150 | 0,13 | 20 |
| 150 a 200 | 0,10 | 20 |
| Nota. La masa de la muestra puede ser tal que el exceso del reactivo de Wijs este entre el 50 % al 60 % de la cantidad adicionada | | |

TABLA # 1. PESO DE LA MUESTRA SEGÚN ÍNDICE DE YODO ESPERADO

El índice de yodo es una propiedad química relacionada con la insaturación, con el Índice de Refracción y con la densidad: (a mayor Índice de yodo, mayor Índice de refracción y mayor densidad).

Los aceites comestibles contienen buena cantidad de ácidos grasos insaturados, dando índice de yodo relativamente altos. Existe relación entre el grado de insaturación y el grado de enranciamiento, puesto que los glicéridos de ácidos grasos con 2 o 3 dobles enlaces son más sensibles a la oxidación.

Una propiedad de los compuestos de C no saturados es su capacidad de adicionar halógenos

La reactividad del halógeno determina hasta cierto punto la extensión a la que puede tener lugar una **SUSTITUCIÓN**.

El uso del cloro no es muy satisfactorio debido a su gran reactividad. El orden de mayor reactividad de los halógenos es: Cloro, Bromo, Yodo. El Cl origina sustitución, el Br también sustituye aunque en menor grado.

La velocidad de adición del yodo a los dobles enlaces es muy lenta. Por estas razones se usan combinaciones de halógenos (monocloruro de yodo; bromuro de yodo), compuestos inter halogénicos que se adicionan selectivamente a los dobles enlaces.

Como disolvente se usa el tetracloruro de carbono que ha dado resultados más uniformes.

Por otro lado, la hidrogenación de la grasa baja el Índice de yodo.

Su determinación es útil para caracterizar diferentes grasas, y para descubrir si están o no mezcladas.

Los aceites de pescado, sardina, bacalao, tienen índice de yodo muy elevados (pasan de 120). Los aceites de oliva, almendras tienen índice de yodo inferiores a 100. Los aceites de algodón, maíz tienen índice de yodo Intermedios, Y las grasa vegetales generalmente tienen índice de yodo entre 30-60

Las grasa animales tienen índice de yodo. Inferiores a 90 y generalmente las grasas viejas y enranciadas tienen Índices de yodo inferiores a los de las grasas frescas.

La mezcla de halógenos (monocloruro de yodo) se prepara con 12 horas de anticipación ($\text{HgCl}_2 - \text{I}_2$) Las sales de mercurio resultantes no tienen la finalidad de un reactivo de adición, pero algunas de ellas son útiles como catalizadores al activar la adición del halógeno a los enlaces no saturados.

Si en el proceso de determinación del Índice de yodo, pasado el tiempo de oscuridad la muestra está decolorada, debe repetirse el análisis disminuyendo la cantidad de muestra o aumentando los reactivos.

El KI tiene la finalidad de liberar el yodo que quedó como monocloruro de yodo (sin reaccionar), al agregarlo se debe lavar el tapón, el cuello y las paredes del frasco. Lo mismo se debe hacer con el agua a fin de arrastrar el I_2 que pueda quedar en las paredes.

El almidón que se emplea como indicador no se adiciona desde el principio, porque si hay mucho yodo se produce coagulación de la suspensión del almidón y descomposición de ésta.

Al titular con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sin almidón, la solución pasa de café a amarillo y en este momento se adiciona el almidón, la solución se torna azul y se sigue la titulación hasta decolora ración total.

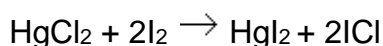
1.4.5. Base de método:

Adición de un exceso de halógeno a la muestra. Reducción del monocloruro de yodo sobrante con KI y por último una valoración del yodo liberado con solución de

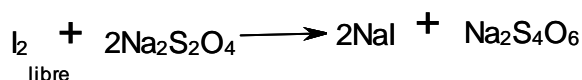
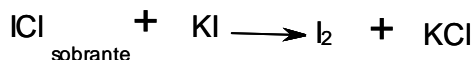
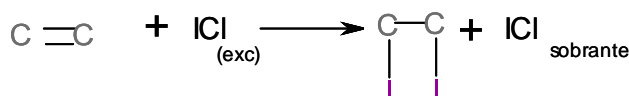
tiosulfato de sodio de concentración conocida empleando almidón como indicador.¹⁸

1.4.6. Reacciones:

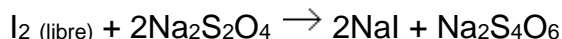
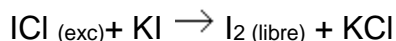
1.4.6.1. Reactivo de wijs



Muestra



Blanco



1.4.7. Reacciones de halogenación:

La halogenación es el proceso químico mediante el cual se adicionan uno o varios átomos de elementos del grupo de los halógenos a una molécula orgánica. Una de las halogenaciones más simples es la halogenación de alcanos. En estas reacciones los átomos de hidrógeno de los alcanos resultan sustituidos total o parcialmente por átomos del grupo de los halógenos.

Son posibles una gran variedad de productos químicos. La composición de la mezcla de productos vendrá dada por la concentración de los reactivos y otras condiciones del medio de reacción, por ejemplo, la temperatura.

¹⁸ Grasas y Aceites comestibles. [abril 23 de 2013]. docencia.udea.edu.co

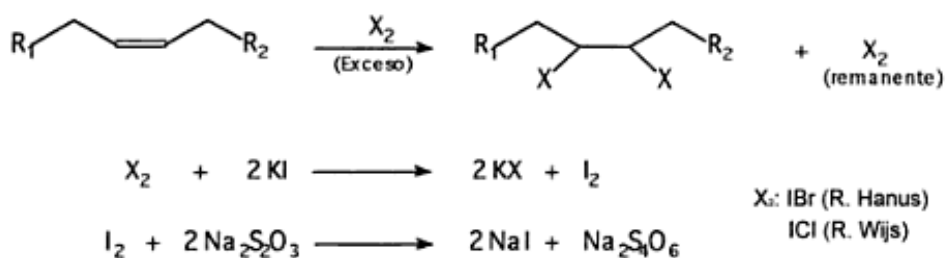
1.4.8. Tipos de halogenación:

En una halogenación se incorpora un átomo de halógeno a una molécula. Existen descripciones más concretas que especifican el tipo de halógeno: fluoración, cloración, bromación y yodación.¹⁹

La determinación del índice de yodo en aceites o grasas que contienen enlaces dobles, se basa en la absorción de halógeno según ciertas condiciones para provocar resultados estequiométricos. Como agentes de halogenación, se emplean corrientemente el yodo, el monocloruro o el monobromuro de yodo.

Los resultados se expresan en términos de yodo, (cg de yodo/ g de aceite o grasa), independientemente del halógeno o combinación de halógenos empleada.

El procedimiento general implica la adición de un exceso de halógeno a una muestra de triacilglicerol, exactamente pesada y disuelta en un disolvente orgánico (cloroformo o tetracloruro de carbono), la posterior reacción de reducción del exceso de halógeno, con yoduro de potasio y, por último, la valoración con una disolución patrón de tiosulfato de sodio, empleando una disolución de almidón como indicador. De los muchos procedimientos que se han propuesto para la determinación del índice de yodo, los mejor conocidos son los métodos de Wijs y de Hanus.²⁰



¹⁹ Química Orgánica. EUNED, 1986. ISBN: 996831496X. Pág. 40

²⁰ BOLAÑOS V Nuria., LUTZ C Giselle. y HERRERA R Carlos H.. Química de Alimentos: Manual de laboratorio – p., 28

FIGURA # 1. REACCIONES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE YODO DE UN TRIACILGLICEROL POR EL MÉTODO DE HANUS

Luego de adicionar el reactivo wijs se realiza:

1.4.9. Adición de yoduro de potasio

Generalmente las grasas viejas y enranciadas tienen Índices de yodo inferiores a los de las grasas frescas.²¹

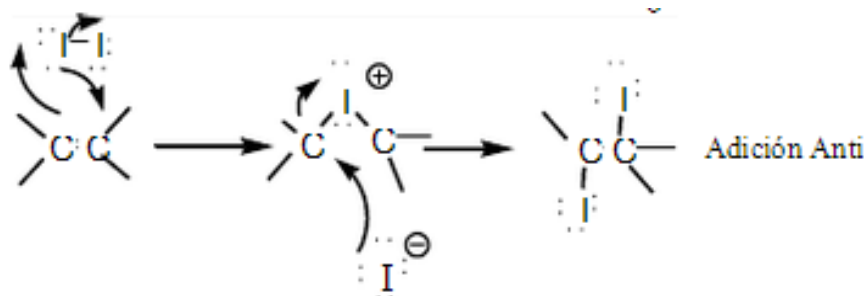


FIGURA. # 2. FÓRMULAS ESTRUCTURALES LA ADICIÓN DEL YODO A LOS ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

El índice de yodo está relacionado con el punto de fusión o dureza y densidad de la materia grasa. Y se define como los gramos de halógeno calculados en yodo que pueden fijar bajo ciertas condiciones 100 gramos de grasa. El índice de yodo es una propiedad química relacionada con la insaturación, con el Índice de Refracción y con la densidad: (a mayor Índice de yodo, mayor Índice de refracción y mayor densidad).²²

1.4.10. Valoración indirecta con yoduros

Muchas sustancias son capaces de oxidar al ion yoduro a yodo. Posteriormente este yodo formado se valora con disolución de tiosulfato. Tras los cálculos correspondientes a esta valoración, conoceremos la cantidad de yodo formado y, a partir de ella, la cantidad de sustancia de concentración desconocida que sirvió para oxidar al ion yoduro.²³ Se determina que el KI tiene la finalidad de liberar el

²¹ Halogenación. [abril 24 de 2013] www.quimicaorganica.net/mecanismo-halogenacion-radicalaria.html

²² Grasas y Aceites comestibles. Op. Cit., p., 31

²³ Volumetrías Redox. Departamento de Química Física y Analítica. Universidad de Oviedo.

yodo que quedó como monoclóruo de yodo (sin reaccionar), al agregarlo se debe lavar el tapón, el cuello y las paredes del frasco. Lo mismo se debe hacer con el agua a fin de arrastrar el I_2 que pueda quedar en las paredes. El I_2 liberado se titula con una solución patrón de un reductor, entre los cuales el $Na_2S_2O_3$ es el más utilizado.²⁴

Las valoraciones deben efectuarse en el menor tiempo posible con el fin de evitar que el I^- sea oxidado por el oxígeno del aire. Cuando sea necesario dejar la reacción durante algún tiempo, se debe desalojar el aire del recipiente, para lo cual se utiliza un gas inerte como CO_2 o NO_2 . La adición de $NaHCO_3$ a la solución ácida que se valora, proporciona CO_2 . Por esto se recomienda que el KI sea preparado dentro de un tiempo corto para evitar interferencia por una contaminación

Las reacciones están afectadas además por la luz, por lo cual el erlenmeyer donde se realiza la titulación se coloca en la oscuridad. La reacción de adición se lleva a cabo en la oscuridad para evitar la producción de radicales libres inducidos por la luz lo provocaría un gasto aparente mayor de halógeno. Falseando los resultados²⁵

Como los vapores de yodo pueden perderse fácilmente, se acostumbra tapar el recipiente utilizando un tapón de vidrio. Cuando se determina un oxidante mediante reacciones con yodo, el punto final se alcanza cuando desaparece el color amarillo de la solución. Se aprecia mejor este punto si se añade una solución de almidón, que forma con el yodo un complejo de color azul oscuro. El punto final se alcanza cuando desaparece el color azul, al agregar un ligero exceso de $Na_2S_2O_3$. El indicador almidón se añade cuando se ha consumido la mayor parte del yodo. Si se añade demasiado pronto, el I^- se absorbe sobre el indicador y se llega muy lentamente al punto final, siendo muy difícil detectarlo²⁶.

1.5. INFLUENCIA DEL INDICADOR ALMIDÓN 1%

El almidón que se emplea como indicador no se adiciona desde el principio, porque si hay mucho yodo se produce coagulación de la suspensión del almidón y

²⁴ MEDINA M Gilma Beatriz. Aceites y grasas comestibles. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Pág 18

²⁵ GUARNIZO Anderson Franco y MARTÍNEZ YEPES Pedro Nel Experimentos de Química Orgánica - Página 176

²⁶ CRISTIAN, D. Química Analítica. 2 Ed. LIMUSA. México. 1981 Pág. 335-338

descomposición de ésta. Se utiliza para asegurar que todo el I_2 presente en los dobles enlaces efecto de la halogenación sea titulado.²⁷

CAPITULO 3. DISEÑO METODOLOGICO.

Los respectivos análisis se realizan de acuerdo a las muestras que se lleven al laboratorio de calidad del CIPA S.A, éstas son regularmente llevadas tres veces a la semana, el seguimiento está planteado por seis meses.

A las muestras de aceite de palma, de aceite de pescado y sebo, se les realizan tres análisis en el laboratorio, los cuales son, índice de yodo, peróxidos y acidez, los dos últimos análisis mencionados, estaban como parámetro para la regulación de la aceptación o rechazo de las materias primas en CIPA S.A.

Los análisis en el laboratorio se llevan a cabo después del muestreo del respectivo carro tanques, los cuales contienen las muestras a analizar, dichas materias primas se emplean para la elaboración de productos.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El método empleado para la realización de este proyecto está dentro de un carácter documental ya que se requiere hacer un análisis de la Norma NTCISO/IEC 17025:2005 “Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración” para deducir la documentación requerida en su aplicación en un laboratorio de ensayo. Así mismo se puede considerar de tipo Descriptiva y Explicativa al identificar los diferentes procesos involucrados para llegar a la misma.

3.2. POBLACIÓN O MUESTRA

²⁷ MEDINA M. Op. Cit., p., 34

La población objeto de estudio son las empresas proveedoras de aceites y grasas que son transportadas en carro tanques, además de los gemelos existentes en las planta de CIPA S.A

3.3. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

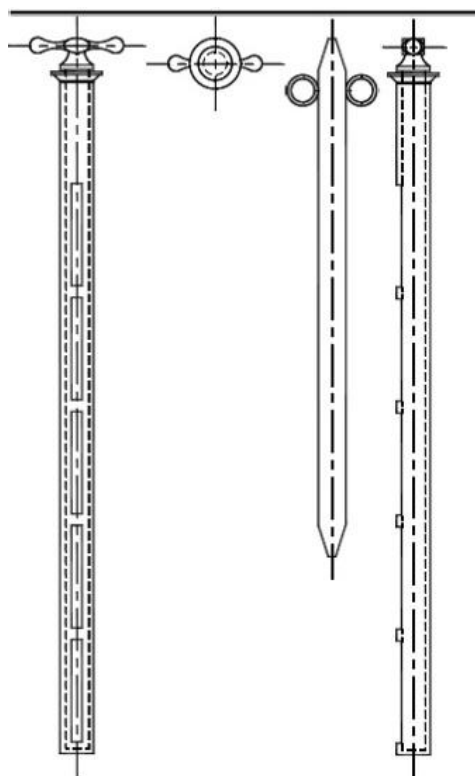
La metodología consiste en cuatro etapas con las que se pretende dar desarrollo a los objetivos específicos planteados.

1. Investigación de la calidad de aceites de los diferentes proveedores.
2. Buscar una técnica que en conjunto con las ya existentes identifiquen la identidad y calidad de aceites y grasas.
3. Recomendaciones en el muestreo de aceites y grasas según NTC 217:2009.

Las muestras que se analizan se toman de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 217:2009 (Grasas y aceites animales y vegetales. Muestreo), la cual habla de la representatividad de estas de a partir del lote que se reciba, estos muestreos se realizan en las instalaciones del laboratorio de calidad de CIPA S.A, Km 2 vía Cartago-Cali.

Si los análisis realizados son aceptados se realiza el muestreo establecido en la NTC 217:2009.

Luego se dispone a tomar una muestra de ella en el camión en que ingresa, el cual tiene aproximadamente una capacidad de dos toneladas, ya que estas materias primas están en estado líquido, el analista procede a acercarse al camión con un tubo de muestreo (Figura 1.), con este se toman tres muestras en cada una de las compuertas superiores a tres litros, siguiendo las especificaciones de la NTC 217:2009 numeral 6.4.



tanques.

Figura 1. Tubos o cucharas de muestreo en carro

Luego de tomar las muestras en el carro tanque se realizan los análisis de índice de acidez y de peróxidos, lo cual permite una toma de decisión, en cuanto a la aceptación o rechazo de las materias primas.

3. Aplicación de la técnica índice de yodo NTC 283:1998 con los recursos existentes.

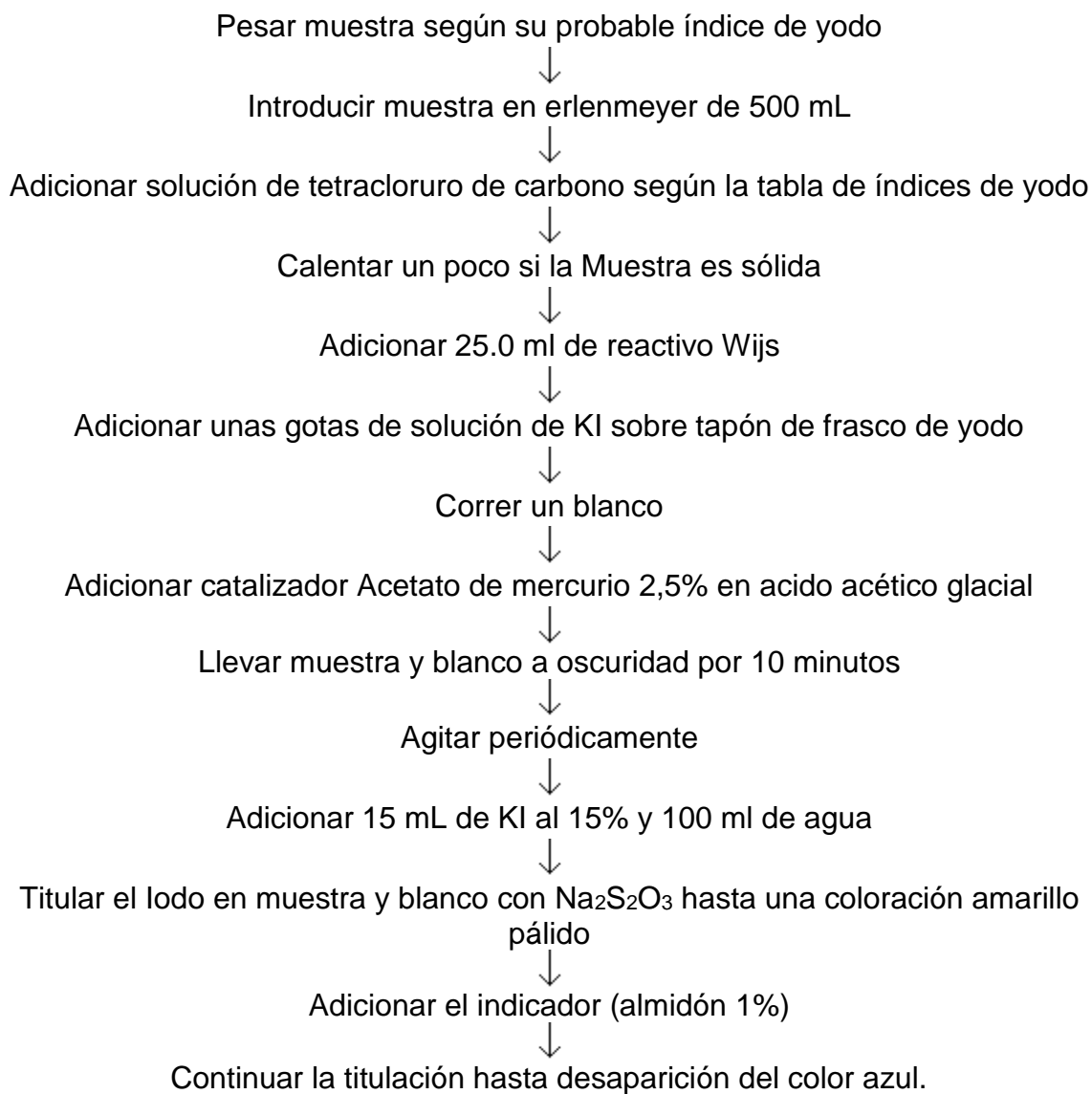
Después de la realización del procedimiento anteriormente descrito, se inicia el proceso de índice de yodo en las respectivas grasas y aceites, este proceso se realiza de la siguiente manera:

Los reactivos a utilizar son:

- Solución de almidón.
- Yoduro de potasio. (15%).
- Tiosulfato de sodio. (0.1 M).

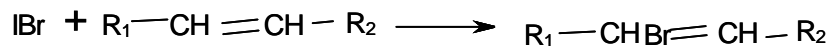
- Tetracloruro de carbono.
- Reactivo wijs

3.4. Diagrama de flujo para la determinación-Método de wijs

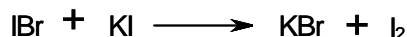


3.5. Reacciones:

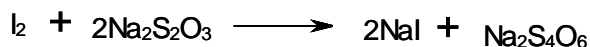
1. El bromuro de yodo reacciona con los dobles enlaces presentes en los lípidos de la grasa:



2. El bromuro de yodo en exceso reacciona con yoduro de potasio (KI) y se convierte en yodo (I_2)



3. La cantidad de yodo liberado es medida por valoración con tiosulfato de sodio.



3.6. Cálculos:

I.Y. = g Yodo absorbidos /100 g de muestra

Esta reacción es del tipo redox, presenta cambio de 2 electrones.
 $\text{PM I}_2 = 254 \text{ g/mol}$ $1 \text{ eq-g} = 254/2 = 127 \text{ g}$ $1 \text{ meq-g} = 0.127 \text{ g}$

$$\text{I.Y.} = \frac{(\text{VB} - \text{VM}) \times \text{N(TIOSULFATO)} \times 0.127\text{g/meq} \times 100}{\text{Peso muestra en gramos}}$$

También,

$$\text{I.Y.} = \frac{(\text{VB} - \text{VM}) \times \text{N(TIOSULFATO)} \times 12.69}{\text{Peso muestra en gramos}}$$

VB = Vol. de tiosulfato de sodio gastado en la valoración del blanco.
 VM = Vol. de tiosulfato de sodio gastado en la valoración de la muestra.

5. Diseño de documentación, (hoja de trabajo y procedimiento) para anexar a los procedimientos bromatológicos
6. Aplicación de la técnica y entrenamiento a auxiliar de laboratorio.

CAPITULO 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Al realizar la metodología de la NTC 283:1998 (grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo) se obtuvo resultados esperados en su gran mayoría, porque se realizaron en general tres casos de índice de yodo con aceites saturados que da valores menores de 50 en el caso del sebo, insaturados con valores de más de 100 como el aceite de pescado y en el caso del aceite de palma que es un lípido medianamente saturado e insaturado que se obtienen valores de 50-55. Lo que cumplía con la técnica prescrita. La práctica tuvo estabilidad luego de obtener resultados con los reactivos en buenas condiciones. Se utilizan además los recursos existentes del laboratorio para tener comparaciones en diferentes planos y realizar un análisis detallado.

4.1. TRATAMIENTO PRIMARIO DE LA MUESTRA EN SU RECEPCIÓN.

Al ingresar la materia prima, se deja que los carro tanques reposen 45 minutos, con el fin de que haya una separación de fases si es que lo que se tiene como materia prima es una mezcla, luego de esto se toman de cada carro tanque 1 ml de la muestra y se disuelve en 5 ml en cada uno de los siguientes solventes:

Etanol.

Agua.

Bencina.

Tetracloruro de Carbono.

4.2. SOLUBILIDAD DE ACEITE DE PALMA Y GLICERINA

En este trabajo se estudia además la miscibilidad de distintos solventes entre sí, pues se hace necesario la detección de un fraude al tener proveedores que además de producir aceite de palma también producen glicerol, esto porque es muy utilizado en la producción de biodiesel. Se utilizan sustancias como: éter, etanol, tetracloruro de carbono y agua. Las anteriores mencionadas son de las más reconocidas para ensayos de solubilidad.

CCl_4 + Acetona son solubles, comparten fuerzas London

CCl_4 + Glicerol no son solubles, uno es no polar y el otro es polar.

El procedimiento se realiza así:

Se mezclan 2 mL de cada sustancia con 1 mL de cada una de las muestras de aceite de palma y glicerina, se efectúan experimentos observando algún cambio físico o de solubilidad. Se realizan cuatro ensayos con los resultados esperados al mezclar los líquidos en base a sus fuerzas intermoleculares. Observar **TABLA # 2. SOLUBILIDAD DE ACEITE DE PALMA Y GLICERINA**

| # de tubo | REACTIVO | GLICERINA | ACEITE DE PALMA |
|-----------|----------------------|-----------|-----------------|
| 1 | ETER | NS | S |
| 2 | ETANOL | S | NS |
| 3 | CCl_4 | NS | S |
| 4 | H_2O | S | NS |

NS: no solubilizo.

S: solubilizo.

TABLA # 2. SOLUBILIDAD DE ACEITE DE PALMA Y GLICERINA

Tubo de ensayo 1: Éter + Glicerina. No se solubilizó. Dos fases, quedando el glicerol por debajo del éter. Incoloro.

Tubo de ensayo 2: Etanol + Glicerina. Al principio se distinguen dos fases, pero luego de intensificar su agitado, se solubilizó. Incoloro.

Tubo de ensayo 3: CCl_4 + Glicerina. No se solubilizó.

Tubo de ensayo 4: H₂O + Glicerina. Se solubilizó

El aceite no es soluble en agua por no ser una sustancia polar, pero la glicerina es soluble en el agua porque es un lípido simple que está formado por una molécula de propanotriol al que se unen por enlaces lipídicos tres moléculas de ácidos grasos; los grupos de hidróxidos (OH⁻) son los responsables por su solubilidad en el agua²⁸. Según se vio en la **tabla #2. Solubilidad de aceite de palma y glicerina**. Lo que demuestra que esta prueba es muy importante para verificar la identidad del compuesto en recepción pues como se ha expresado anteriormente algunos proveedores no se dedican solo a la producción de lípidos sino también a otros derivados que por confusión pueden llegar a una empresa productora de alimentos y que es tan crítico como se ha mencionado ya.

El disolvente debe actuar sobre el soluto venciendo las fuerzas intermoleculares que lo mantienen unido, enlaces de hidrógeno, interacciones polares y fuerzas de London.

El disolvente idóneo suele tener unas características químicas y estructurales similares a las del compuesto a disolver. La polaridad y, consecuentemente, la solubilidad de los compuestos orgánicos en disolventes polares, aumenta con la disminución de la longitud de la cadena hidrocarbonada, la presencia de grupos funcionales polares y la capacidad de formación de enlaces de hidrógeno con el disolvente.

En la solubilidad, el carácter polar o apolar de la sustancia influye mucho, ya que, debido a este carácter, la sustancia será más o menos soluble.

El agua es un disolvente polar, más polar, por ejemplo, que el etanol. Como tal, disuelve bien sustancias iónicas y polares, como la sal de mesa (cloruro de sodio). No disuelve, de manera apreciable, sustancias fuertemente apolares, como el azufre en la mayoría de sus formas alotrópicas, además, es inmiscible con disolventes apolares, como el hexano. Esta cualidad es de gran importancia para la vida.

Las moléculas hidrofóbicas no tienen cargas opuestas o polos, son apolares por consecuente no se disuelven bien en agua; porque sus moléculas no logran unirse

²⁸ Glicerina. [abril 29 de 2013]. www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/06-07/Biodiesel/glycerinesesta.p.htm

a las del agua, que son polares.²⁹ Se determina que el aceite por esta razón no disuelve en agua porque no tienen características similares como es la polaridad pues se dice que “lo similar disuelve lo similar” y allí se comprueba una vez más, esto para tener una prueba que respalde y garantice la identidad de los aceites que entran a la empresa CIPA S.A.

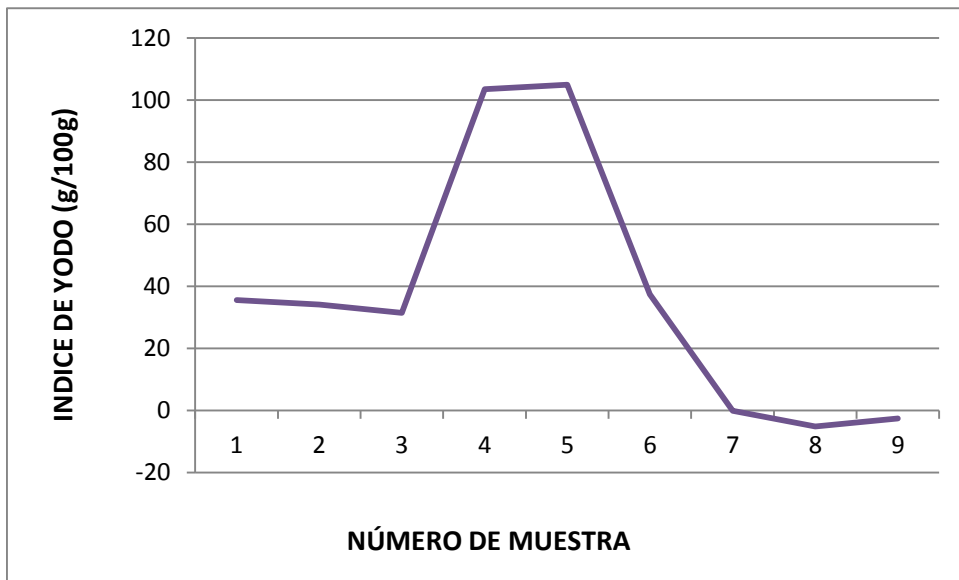
Una de las características para tener en cuenta en una identificación del lípido que llega a la empresa CIPA S.A es la textura; como es de suponer el aceite de palma que es el más complejo que llega, es de carácter medianamente sólido.

El índice de yodo de una grasa depende de su grado de insaturación (el yodo se fija en los enlaces insaturados de las cadenas de glicéridos), y se determina añadiéndole a la muestra (aceite o grasa) un exceso de reactivo halogenado (reactivo de Wijs) y valorando el reactivo excedente (tiosulfato de sodio). Es posible extraer conclusiones acerca de la identidad, composición (pureza, autenticidad) y calidad (frescura, vida útil) de una grasa/aceite empleando el índice de yodo (cantidad en gramos de yodo que resulta ligada por cada 100 g de grasa). El índice de yodo es una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa. Será tanto mayor cuanto mayor sea el número de dobles enlaces por unidad de grasa, utilizándose por ello para comprobar la pureza y la identidad de las grasas. A la vez que los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados se determinan también las sustancias acompañantes insaturadas, por ejemplo, los esteroides. El yodo por sí mismo no reacciona con los dobles enlaces. En su lugar se utilizan bromo o halogenados mixtos como monoclóruo de yodo o bromuro de yodo. La adición de halógenos a los dobles enlaces depende de la constitución y configuración de los compuestos insaturados, del tipo de halógeno y de disolvente, así

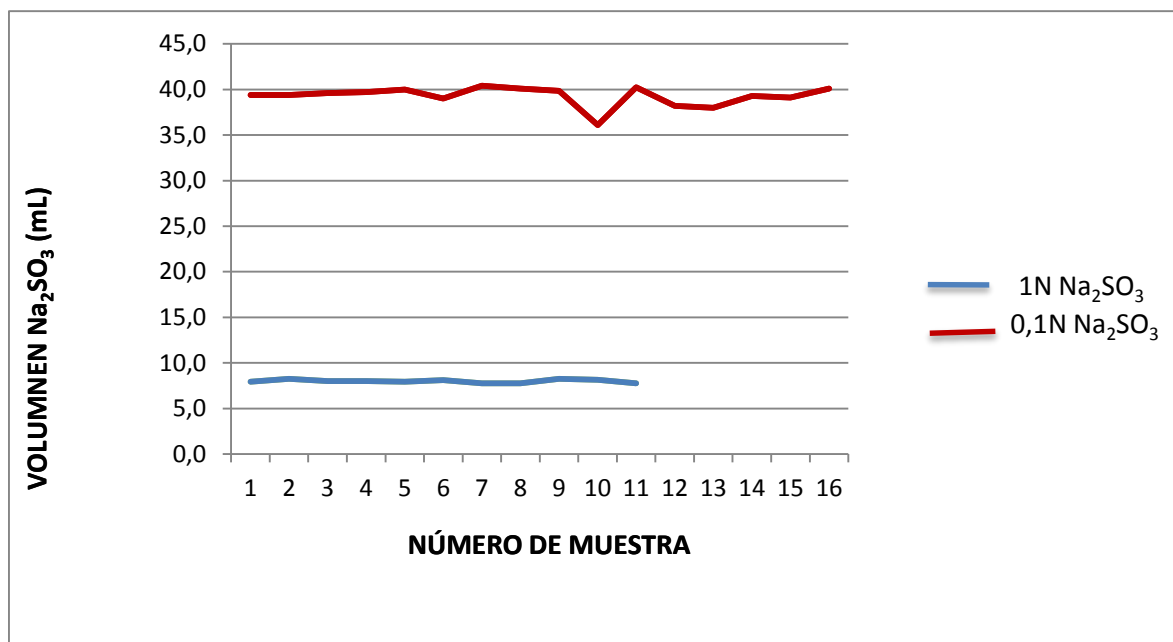
Los ensayos de la técnica se hacen en con reactivos existentes en el laboratorio, estos están allí porque en años anteriores implementaron la técnica pero no se logró llegar al objetivo. Como se puede ver en el **gráfico # 1. Ensayos aceite de palma reactivo con fecha de vencimiento caducada**. El yodo como componente del reactivo wijs tiene tendencia a oxidar, y con el paso del tiempo esto puede afectar en los análisis, se hace importante realizar un blanco cada vez que se efectúa un ensayo.

²⁹ Miscibilidad de compuestos. [abril 30 de 2013]. quimica.laguia2000.com/conceptos-básicos/miscibilidad

Gráfico #1. Ensayos aceite de palma reactivo con fecha de vencimiento caducada.

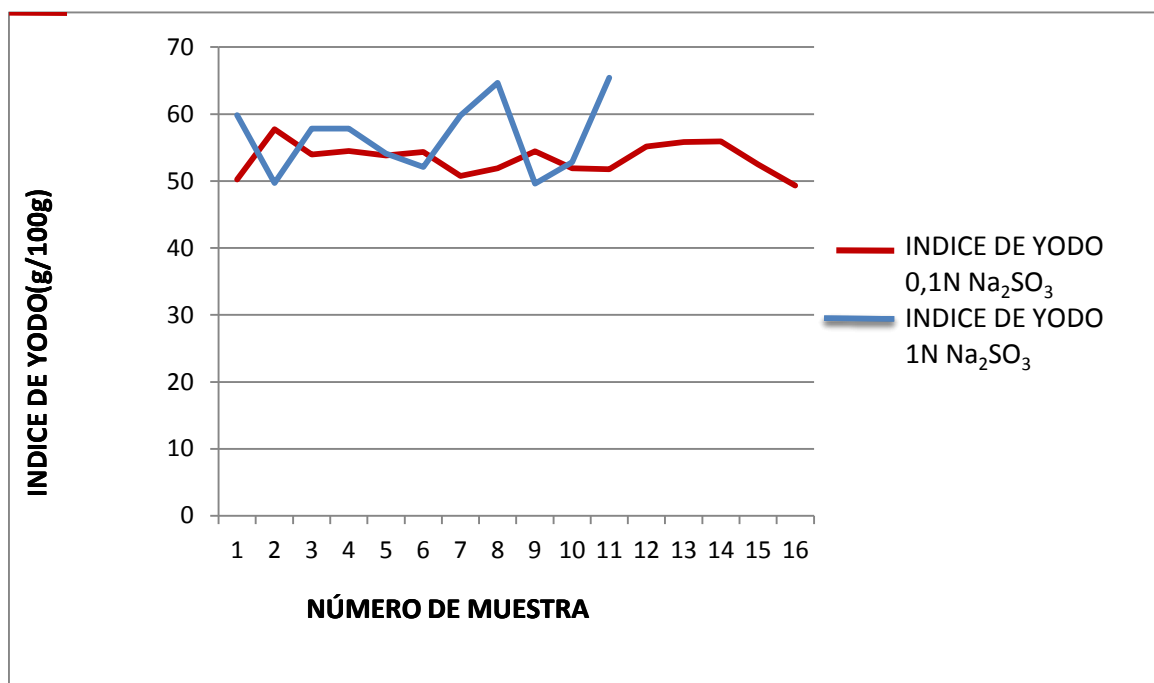


Por lo anterior, se hacen ensayos con un reactivo nuevo de wijs lo que mejora el punto de final titulación, pero el rango de los índices de yodo obtenidos no corresponden a la bibliografía estudiada, esto sucede porque la concentración del reactivo de tiosulfato de sodio presente en el laboratorio era menor a la exigida por la normatividad técnica, es decir era una concentración muy baja lo que no permite visualizar el punto final de manera óptima. Por lo tanto se efectúan ensayos con concentraciones de 0,1N y 1N , lo que logra mejorar la titulación **Ver gráfico #2 VOLUMEN DE TITULANTE Na_2SO_3 CONCENTRACIONES 1N Y 0,1N**



GRÁFICO#2 VOLUMEN DE TITULANTE Na_2SO_3 vs CONCENTRACIONES 0,1N Y 1N

El titulante tiosulfato de sodio 0,1N es el exigido en la norma técnica para índice de yodo en grasas y aceites, éste permite obtener volúmenes mayores comparados con el titulante tiosulfato de sodio 1N, Según el **gráfico # 3. COMPARACIÓN DE INDICE DE YODO CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE Na_2SO_3 ACEITE DE PALMA** permite notar que la concentración 0,1N del titulante es mejor, por permitir una visualización más clara del punto final en la titulación obteniendo valores de índice de yodo más precisos.



GRÁFICO# 3. COMPARACIÓN DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PALMA CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE Na₂SO₃

En el gráfico anterior (**GRÁFICO# 3. COMPARACIÓN DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PALMA CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE Na₂SO₃**) es más alto el pico de la curva para el índice de yodo con la concentración de Na₂SO₃ 1N por lo que da índices de yodo más altos indicando que el titulante Na₂SO₃ 0,1N es un poco más estable los valores de índice de yodo permitiendo obtener una mejor titulación.

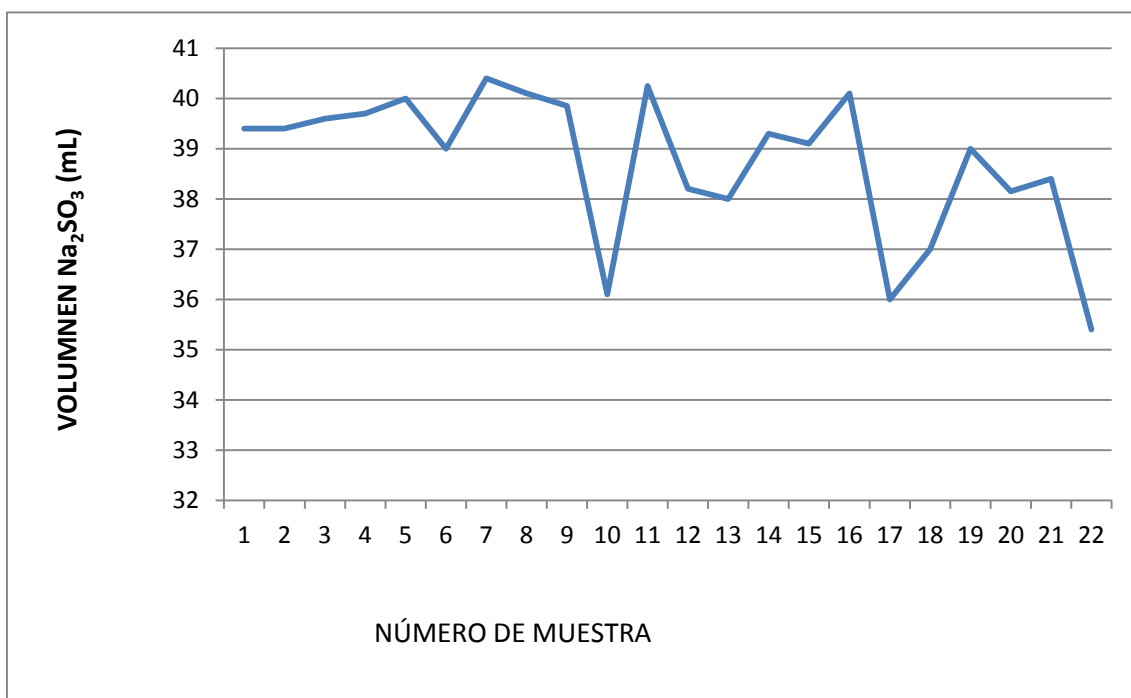
Además se puede decir que “a medida que el yodo oxida los dobles o triples enlaces que estén presentes en el ácido graso aumenta el valor de índice de yodo”. Es decir, los valores de índice de yodo son directamente proporcionales a las insaturaciones presentes en las grasas o aceites.

4.3. Ensayos de la técnica índice de yodo con catalizador acetato de mercurio 2,5%

Los ensayos con el catalizador acetato de mercurio en ácido acético glacial 2,5% e logra un menor volumen tanto del blanco como de la muestra, además de la

reducción del tiempo que es favorable para la realización de la técnica. Como se puede ver en el **Gráfico # 4. Ensayos con catalizador acetato de mercurio 2,5% en ácido acético glacial, volumen Na_2SO_3 VS Número de muestra.**

Gráfico # 4. Ensayos con catalizador acetato de mercurio 2,5% en ácido acético glacial, volumen Na_2SO_3 VS Número de muestra.



El volumen de Na_2SO_3 tiende a disminuir cuando se utiliza el catalizador acetato de mercurio 2,5%, y optimiza la titulación, disminuyendo el tiempo del procedimiento al acelerar la reacción, pero los costos no disminuyen porque el acetato de mercurio tiene un valor más alto que el reactivo tiosulfato de sodio.

Por otro lado al titular con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sin almidón, la solución pasa de color café a amarillo y en este momento se adiciona el almidón; la solución se torna azul y la titulación finaliza al presentarse una decoloración total. La adición de este indicador se realiza para asegurar la titulación del yodo presente en la solución.

4.4. RESULTADOS INDICE DE YODO ACEITE DE PALMA

El GRÁFICO# 5. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PALMA EMPRESA CIPA SA), indica que en general los valores de índice de yodo se encuentran entre el rango permitido, pero hay algo particular en las muestras 5,6 y 7 no se obtienen los resultados esperados; por lo que se realizan ensayos a una muestra de glicerina donde no se permite apreciar un valor para índice de yodo. Al enviar contra muestras a laboratorios externos, permite dar testimonio de que esta sustancia no cumple con la autenticidad de aceite de palma, además de las características física y químicas de glicerina en la solubilidad.

No hay que olvidar que “las grasas y los aceites son triglicéridos, es decir, ésteres de glicerina con ácidos carboxílicos de cadena larga (ácidos grasos)” como lo nombra la licenciada Isidora Sanz Bersoja, pero para la empresa CIPA S.A no es conveniente aceptar sustancias tales que no sean particularmente comestibles pues la glicerina es un subproducto de la transesterificación de aceites vegetales, obteniendo Ésteres Metílicos de Aceites Vegetales (EMAV) utilizados como carburante bajo la denominación de biodiesel o Diéster³⁰. Se dice que no se ha comprobado que la glicerina tenga efectos nocivos sobre la vida de los animales, pero estos pueden afectar su organismo por no lograr el objetivo por el cual los alimentan, como se ha observado anteriormente, las grasas son fuentes importante de energía lo que indica que éstas han sido reemplazada por una sustancia que no cumple con la función metabólica, generando alimentos de mala calidad.

Por otro lado, interesados en nutrición animal como Joaquín Ventura García, quien afirma que “un estudio llevado a cabo por científicos del Agricultural Research Service norteamericano ha mostrado que los broilers que comen dietas suplementadas con glicerina no sufren retrasos en el crecimiento, aunque los pollos entre 21 y 45 días consumen más alimento”. Esto muestra que para esta especie será bien recibida pero para otras puede causar efectos que aún no se conocen, y quizá no sean favorables por ejemplo para engorde o reproducción.

³⁰ YOLANDA SALUDES. TECNOLOGÍA&VITAMINAS. [abril 30 de 2013] Nutrición animal. www.tecnovit.net

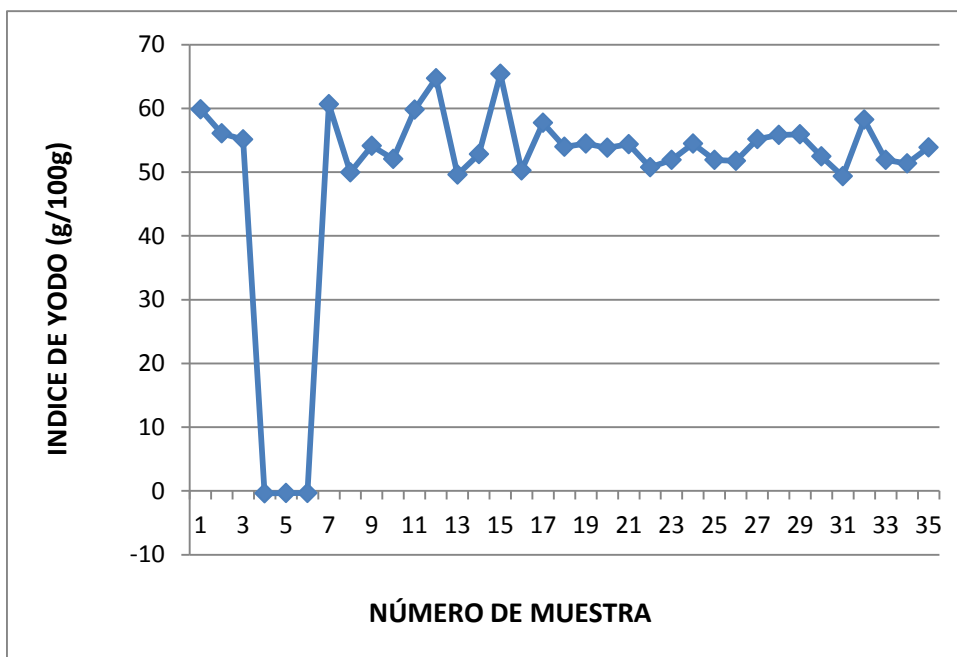


GRÁFICO # 5. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PALMA EMPRESA CIPA SA

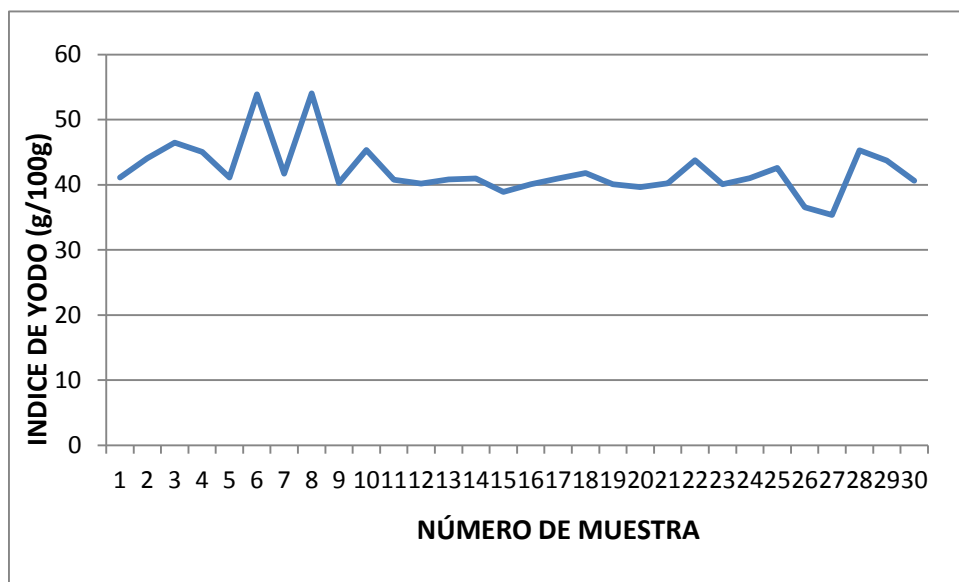
4.5. RESULTADOS INDICE DE YODO PARA SEBO

Se entiende por sebo comestible el producto que se obtiene fundiendo tejidos grasos, limpios y sanos (incluidas las grasas de recortes) y de músculos o huesos adherentes de animales bovinos (*Bos taurus*) y/o corderos (*Ovis aries*) en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y aptos para el consumo humano.³¹ Es importante realizar el ensayo de índice de yodo para sebo por ser una sustancia de origen animal que por su naturaleza es de características saturadas lo que corresponde a un rango de índice de yodo: 40-55 g/100g de grasa. Al realizar este ensayo se puede verificar el funcionamiento para cada una de las grasas y aceites que existen y así encontrar la identidad de estos lípidos.

Con estos se puede observar , **GRÁFICO# 6. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE SEBO EMPRESA CIPA S.A** que todos los valores de índice de yodo están dentro del rango establecido, por esto la empresa obtiene confiabilidad en el proveedor. Además de este ensayo se realizan también técnicas como índice de

³¹ CODEX STAN 211 (1999). Norma del CODEX para grasas animales especificadas. Pág. 1.

peróxido y acidez para continuar con los procedimientos anteriores del laboratorio, para estas sustancias.



GRÁFICO# 6. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE SEBO EMPRESA CIPA S.A

4.6. RESULTADOS INDICE DE YODO PARA ACEITE DE PESCADO

El aceite de pescado es un compuesto conformado básicamente por ácidos grasos más o menos saturados de hidrógeno y caracterizados por la presencia de ácidos grasos no saturados o poliinsaturados relacionados con la capacidad de captar oxígeno a temperatura ordinaria sobre esas moléculas insaturadas propias de este tipo de aceite, a medida que se satura parece incrementarse el olor típico a pescado dada esa alta inestabilidad para oxidarse. En la naturaleza no existen otros aceites de animales o vegetales con esta característica por ejemplo el aceite de lino tiene un índice de yodo de 180, cuando en el aceite de pescado alcanza a veces más de 200, en un aceite comestible el índice varía entre los 100 a 120; el índice de yodo mide el grado de insaturación de los aceites.

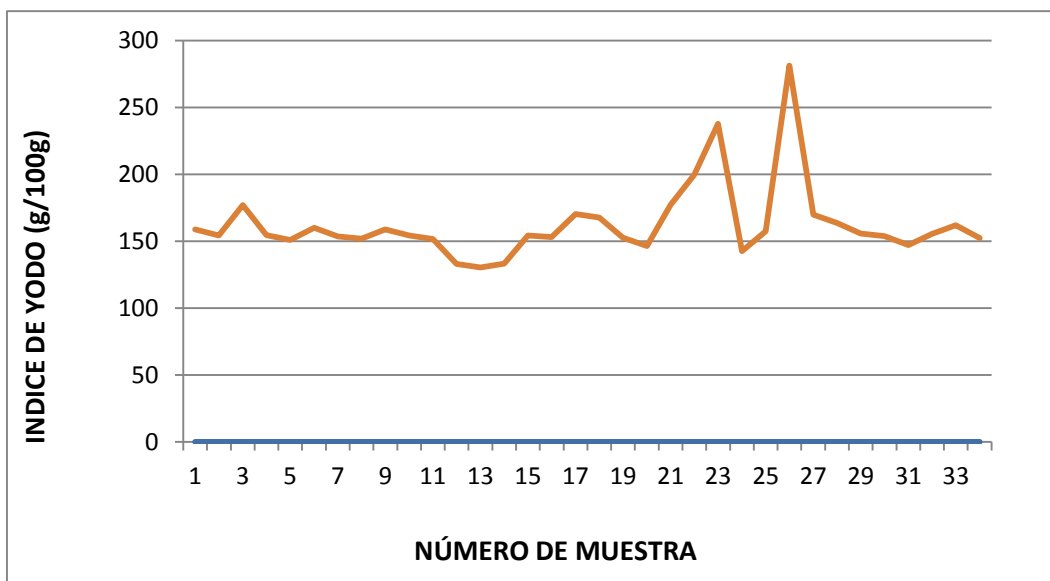
Por ello el aceite de pescado no puede ser transformado tan simplemente en un producto comestible desodorizado estable como se hace hasta ahora con algunos aceites vegetales como es el caso del girasol o el lino; en ambos casos el aceite se encuentra dentro de la semilla que todavía puede ser procesada por la antigua y simple técnica del prensado en frío tipo artesanal guardando su valor alimenticio esencial, nutritivo y multivitamínico; aceites usados además como sustancia de veneración en distintos cultos, ungir sacerdotes, reyes, niños y enfermos, se han

usado para alumbrado público o como combustible, en el aderezo igual que el aceite de otras semillas y en otras aplicaciones. Evidentemente en la actualidad existen técnicas más sofisticadas sin embargo la del prensado en frío aún es utilizada pues consideran que el aceite vegetal así procesado guarda las mismas características biológicas que tiene dentro de su semilla.

El aceite de pescado requiere de un proceso más complicados que el de los vegetales hasta lograr su desodorización; ello se debe a la constitución de los ácidos grasos poliinsaturados por lo que se requiere de métodos bastante más sofisticados en el proceso de estos aceites derivados del pescado entero.³²

El ensayo de índice de yodo es importante porque el aceite de pescado tiene un rango alto es decir 130-200 g/100 g de grasa lo que permite observar que tiene un gran valor de número de insaturaciones, aunque a la empresa CIPA S.A llega como materia prima cada dos meses, no se debe descartar realizar ensayos de este tipo para la identificación de la sustancia porque este aceite es importando y en su transporte pueden ocurrir cambios considerables para la utilización de éste en la producción de alimentos para animales. Los experimentos realizados se hacen en los gemelos de la empresa es decir el lugar donde se almacena el aceite, pues es importante evaluar el tiempo en función del índice de yodo por la oxidación a la que está expuesta esta clase de materia prima. Los resultados son en general buenos pues como se aprecia en el **GRÁFICO# 7. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PESCADO EMPRESA CIPA S.A.** Cabe notar que el índice de yodo para la mayoría de las muestras está dentro del rango establecido.

³² PASTOR RODRÍGUEZ Eduardo. Aceite de pescado, usos y propiedades increíbles de sus ácidos grasos poliinsaturados del grupo OMEGA – 3 [abril 30 de 2013]. <http://www.oannes.org.pe/seminario/03paPastor-aceite.html>



GRÁFICO# 7. ENSAYOS DE INDICE DE YODO DE ACEITE DE PESCADO EMPRESA CIPA SA

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al realizar los primeros ensayos con la metodología ya comprobada dieron buenos resultados dentro del rango establecido es decir entre 50-55 $\text{gl}_2/100\text{g}$. A la empresa llegó un aceite de palma que no cumplía con las características organolépticas de textura, ni color por lo que se realizaron ensayos de acidez, peróxido e índice de yodo. El valor de índice de yodo estaba por debajo del rango establecido es decir no cumplía con la identidad como aceite de palma
- Con base en lo observado se analiza que para la empresa CIPA S.A el reactivo wijs, es el más apropiado para aplicar la técnica pues el reactivo hanus requiere de un tiempo de preparación del cual no dispone el laboratorio dado el gran número de pruebas que se realizan en este para materia prima y producto terminado.
- De acuerdo a la revisión bibliográfica de índice de yodo sobre la metodología y valores teóricos se logró obtener una mejor investigación para mejorar la calidad del producto de la empresa CIPA S.A.
- Se permite obtener a partir de un documento base que permite observar a los investigadores de la empresa realizar los procedimientos pertinentes fundamentados **ver ANEXO 3.** para el aseguramiento de la determinación de índice de yodo en aceites y grasas
- Al hacer investigaciones se permite obtener mejores resultados para la calidad siguiendo las políticas de la empresa.
- La utilización del catalizador acetato de mercurio disminuye el tiempo al acelerar la reacción, pero el costo aumenta.
- La técnica de yodo permite la identificación de compuestos en conjunto con el índice de peróxido y acidez de grasas y aceites.
- El índice de yodo es directamente proporcional al número de insaturaciones.

RECOMENDACIONES

- En la NTC 17025:2005 (requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración), el numeral 4.6.1 Referenciado en la compras de servicio y suministro, dice que “ deben existir procedimientos para la compra, recepción y el almacenamiento de los reactivos y materiales consumibles en el laboratorio que se necesiten para los ensayos y calibraciones”; lo que indica que en el laboratorio de CIPA S.A se debe tener muy en cuenta esta norma para que se aseguren todos los ensayos que allí se realicen para impedir pérdidas en la confiabilidad de este.
- Se puede considerar la utilización del catalizador acetato de mercurio, teniendo en cuenta que el tiempo disminuye, además de optimizar la titulación.
- Se debe tener muy presente en la recepción de muestra el tiempo mínimo de 45 minutos para la toma de muestra
- Es importante realizar el procedimiento de la técnica para índice de yodo en cabinas extractoras, debido a los vapores que se desprenden por la reacción.
- Es preferible utilizar el indicador almidón 1% recién preparado para una mejor coloración.

BIBLIOGRAFIA

- 1 LEÓN GIL Carlos Albeiro y LOAIZA ROJAS Norha Elena. Documentación del sistema de gestión de calidad del laboratorio de suelos del CIDAR dependencia de la secretaría de desarrollo agropecuario de la gobernación de Risaralda (Según NTC-ISO/IEC 17025:2005).pág. 13
- 2 DAWE, S., A proactive approach to product quality and food safety, 2001 Hybrid Turkeys, Canada.
- 3 La empresa. [abril 03 de 2013].www.cipa.com.co
- 4 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria (NTC ISO 22000)
- 5 Relación Precio – Valor. [abril 03 de 2013]. www.lacasadelgranjero.com.
- 6 LICATA Marcela. Nutrición.[abril 30 de 2013]. zonadiet.com
- 7 BOURGES RODRÍGUEZ Héctor. Glosario de Términos para la Orientación Alimentaria. Aceites.[abril 15 de 2013] <http://www.facmed.unam.mx>
- 8 Los lípidos. [abril 15 de 2013]. [Foro.culturismodigital.com](http://foro.culturismodigital.com)
- 9 SAGPyA. Usos del aceite de palma.[abril 20 de 2013] [/www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/usos-aceite-palma-t975/078-p0.htm](http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/usos-aceite-palma-t975/078-p0.htm)
- 10 BAUCCELLS Joaquim. El aceite de palma es una buena alternativa en la alimentación de rumiantes. Correspondiente a Albéitar: 130
- 11 BAUCCELLS Joaquim. El aceite de palma es una buena alternativa en la alimentación de rumiantes. Correspondiente a Albéitar: 130¹Análisis de grasas y aceites: índice de refracción, yodo, saponificación y peróxido. [abril 21 de 2013] www.ciens.ucv.ve
- 12 R. Matissek, F.M. Schnepel y G. Steiner. Análisis de los alimentos. Ed. Acribia
- 13 Índice De Yodo. BuenasTareas.com. [abril 22 de 2013] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Indice-De-Yodo/1121327.html>

- 14 Hamm, W y Hamilton, H (2001). *Edible Oil Processing*. Sheffield: Academic Press.
- 15 ROSSELL J.B., Pritchard J. L.R; Analysis of Oilseeds, fats and Fatty Foods; Elsevier Science Publishers Ltd, Irlanda 1991.
- 16 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN Grasas y aceites vegetales y animales. Índice de yodo.(NTC 283)
- 17 Grasas y Aceites comestibles. [abril 23 de 2013] docencia.udea.edu.co
- 18 Química Orgánica. EUNED, 1986. ISBN: 996831496X. Pág. 40
- 19 BOLAÑOS V Nuria., LUTZ C Giselle. y HERRERA R Carlos H.. Química de Alimentos: Manual de laboratorio – p. 28
- 20 Halogenación. [abril 24 de 2013] www.quimicaorganica.net/mecanismo-halogenacion-radicalaria.html
- 21 Grasas y Aceites comestibles. [abril 26 de 2013] docencia.udea.edu.co
- 22 Volumetrías Redox. Departamento de Química Física y Analítica. Universidad de Oviedo.
- 23 MEDINA M Gilma Beatriz. Aceites y grasas comestibles. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. p. 18
- 24 GUARNIZO Anderson Franco y MARTÍNEZ YEPES Pedro Nel Experimentos de Química Orgánica - Página 176
- 25 CRISTIAN, D. Química Analítica. 2 Ed. LIMUSA. México. 1981 Pág. 335-338
- 26 GILMA BEATRIZ MEDINA M. Aceites y grasas comestibles. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Pág 18
- 27 Glicerina. [abril 29 de 2013]. [www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/06-07/Biodiesel/glycerinesesta p.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/06-07/Biodiesel/glycerinesesta%20p.htm)
- 28 Miscibilidad de compuestos. [abril 30 de 2013]. quimica.laguia2000.com/conceptos-básicos/miscibilidad
- 29 YOLANDA SALUDES. TECNOLOGÍA&VITAMINAS. [abril 30 de 2013] Nutrición animal. www.tecnovit.net
- 30 CODEX STAN 211 (1999). Norma del CODEX para grasas animales especificadas. Pág. 1.

31 PASTOR RODRÍGUEZ Eduardo. Aceite de pescado, usos y propiedades increíbles de sus ácidos grasos poliinsaturados del grupo OMEGA – 3[abril 30 de 2013].
<http://www.oannes.org.pe/seminario/03paPastor-aceite.html>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.
Compendio de Tesis y otros trabajos de grado. ICONTEC: Bogotá, 2005.

ANEXO 1. CRONOGRAMA

| Actividades | Meses | | | | | | | | |
|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| Título, Objetivos e Interrogantes | X | X | X | X | | | | | |
| Antecedentes y Planteamiento del Problema | | | X | X | | | | | |
| Justificación e Importancia de la Investigación | | | X | X | X | | | | |
| Antecedentes de la Investigación | | | | | X | X | | | |
| Abordaje Epistemológico | | | | | | | | | |
| Bases Teóricas, Legales e Históricas | | | | | | | X | X | X |
| Bases Conceptuales | | | | | | | | | |
| Ensayos de índice de yodo | | | X | X | X | X | | | |
| Cambio de reactivo wijs | | | | X | | | | | |
| Ensayo de la técnica de índice de yodo con diferentes concentraciones en el titulante | | | | X | X | | | | |
| Recopilación de datos con titulante concentración 0,1N | | | | X | X | X | | | |
| Ensayos con el catalizador acetato de mercurio en ácido acético 2,5% | | | | | X | X | | | |
| Recopilación de datos aceite de palma | | | | X | | | | | |
| Recopilación de datos aceite de pescado | | | | | X | | | | |
| Recopilación de datos sebo | | | | | | X | | | |
| Realización de documentación | | | | | | X | | | |
| Entrenamiento de auxiliar de laboratorio con la técnica de índice de yodo | | | | | | X | | | |


ANEXO 2. PRESUPUESTO.

El costo total que se establece incluye material de laboratorio y los respectivos reactivos

| MATERIAL | VAOLR UNITARIO | CANTIDAD | TOTAL |
|------------------------------|----------------|----------|-----------|
| Pipeta volumétrica de 10 ml. | \$3.000 | 3 | \$9.000 |
| Pipeta volumétrica de 5 ml. | \$3.000 | 1 | \$3.000 |
| Probeta de 10 ml. | \$4.000 | 1 | \$4.000 |
| Bureta de 25 ml. | \$100.000 | 1 | \$100.000 |
| Pipeta graduada de 1 ml. | \$2.500 | 1 | \$2.500 |
| Pinza para soporte. | \$12.000 | 2 | \$24.000 |
| Pera. | \$15.000 | 2 | \$30.000 |

| REACTIVO | VALOR UNITARIO | CANTIDAD | TOTAL |
|--------------------------|----------------|----------|--------------------|
| Ioduro de Potasio 10%. | \$78.457 | 2 | \$156.914 |
| Reactivo de Wijs 1M. | \$259.150 | 1 | \$259.150 |
| Tetracloruro de Carbono. | \$334.887 | 2 | \$669.774 |
| Solución de almidón 1%. | \$56.757 | 2 | \$113.514 |
| Tiosulfato de Sodio 0.1N | \$73.000 | 1 | \$73.000 |
| TOTAL | | | \$1.444.852 |

ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN PARA EL LABORATORIO CIPA S.A

| | | |
|---|--|--|
|  | DETERMINACIÓN DE INDICE DE YODO EN ACEITES Y GRASAS (NTC 283) | |
|---|--|--|

PRINCIPIO

Dilución de la porción de ensayo en un solvente y la adición del reactivo de Wijs. Después de un tiempo específico, se adiciona yoduro de potasio y agua y se titula la liberación de yoduro con una solución de tiosulfato.

REACTIVOS

Todos los reactivos deben ser de grado analítico reconocido. El agua usada debe ser agua destilada o agua de pureza al menos equivalente.

1 Yoduro de potasio (KI) 150 g/l (15 %), que no contenga yodato o yodo libre. Preparar disolviendo 15 g de yoduro de potasio en 100 mL de agua

2 Solución de almidón: Disolver 1 g de almidón hasta obtener una parte fina. Agregar agua hirviendo hasta un volumen de 100 mL agitar por un minuto y enfriar . Debe permanecer en la nevera, se puede utilizar el almidón para la prueba de índice de peróxidos.

3 Tiosulfato de sodio: solución volumétrica de concentración 0,1 mol/l de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, que no tenga más de 7 d de estandarizada.

4 Solvente: cloroformo o tetracloruro de carbono.

5 Reactivo de Wijs: que contiene monocloruro de yodo en ácido acético. La relación I/Cl debe estar entre los límites de 1,00 y 1,20.

Nota. Se puede emplear el reactivo de Wijs disponible comercialmente.

6 Acetato de mercurio al 2,5 % en ácido acético glacial. (Opcional). Disolver 2,5 g reactivo acetato de mercurio (II) en ácido acético glacial 96% hasta 100 mL

PROCEDIMIENTO

Nota. Si se requiere verificar el cumplimiento del requisito de repetibilidad, se deben llevar a cabo dos determinaciones bajo las condiciones de repetibilidad.

PORCIÓN DE ENSAYO Y PREPARACIÓN DEL BLANCO

De acuerdo con el valor de yodo esperado, se pesa en el matraz, con precisión a 0,000 1g, la masa de la porción de ensayo indicada en la Tabla 1.

| Índice de yodo esperado, g/100g | Masa de la porción de ensayo g | Volumen de solvente ml |
|---|-----------------------------------|------------------------------|
| < 1,5 | 15,00 | 25 |
| 1,5 a 2,5 | 10,00 | 25 |
| 2,5 a 5 | 3,00 | 20 |
| 5 a 20 | 1,00 | 20 |
| 20 a 50 | 0,40 | 20 |
| 50 a 100 | 0,20 | 20 |
| 100 a 150 | 0,13 | 20 |
| 150 a 200 | 0,10 | 20 |
| Nota. La masa de la muestra puede ser tal que el exceso del reactivo de Wijs este entre el 50 % al 60 % de la cantidad adicionada | | |

DETERMINACIÓN

Al matraz cónico de 500 ml se adiciona el volumen de solvente indicado en la Tabla 1. Se adiciona con una pipeta 25 ml del reactivo de Wijs. Se tapa el matraz y se mantiene en un lugar oscuro durante el tiempo establecido.

Precaución. No emplee la boca para tomar con la pipeta el reactivo de Wijs

Se prepara el blanco con solvente y el reactivo de Wijs pero omitiendo la porción de ensayo. Para las muestras que tienen un índice de yodo por debajo a 150 se deja el matraz en un sitio oscuro por 30 min.

Opcionalmente, se puede emplear como catalizador de la reacción 10 ml de una solución de acetato de mercurio al 2,5% en ácido acético glacial. En este caso la muestra se deja en reposo en un sitio oscuro durante 5 min a 10 min.

Para muestras con un índice de yodo por encima de 150 y para productos polimerizados y aceites que contiene ácidos grasos conjugados y aceites que contengan ácidos grasos Keto y para productos oxidados en una cantidad importantes, se deja el matraz en la oscuridad por 2 h.

Al final del tiempo de reacción se adicionan 20 ml de yoduro de potasio para el sebo y 15 mL para el aceite de palma luego 100 ml de agua. Se titula con una solución normalizada de tiosulfato de sodio 0,1N hasta obtener una coloración amarilla producida por la casi desaparición del yoduro. Se adicionan unas gotas de la solución de almidón del 15 % y se continúa la titulación hasta que el color azul desaparezca después de una agitación vigorosa. La determinación del punto final se puede también realizar de manera potenciométrica. Paralelamente, se lleva a cabo la determinación empleando el blanco en las mismas condiciones.

CÁLCULO:

El índice de yodo, V.I., expresado en gramos por 100g de grasa, esta dado por la ecuación:

$$V.I. = \frac{12,69 \cdot c \cdot (V1 - V2)}{m}$$

Donde:

| | | |
|------|---|--|
| c | = | es el valor numérico de la concentración de la solución del tiosulfato de sodio, en moles por litro. |
| $V1$ | = | es el valor numérico del volumen, en mililitros, del la solución de tiosulfato de sodio empleado en el blanco. |
| $V2$ | = | es el valor numérico del volumen, en mililitros, de tiosulfato de sodio usado para la determinación. |
| m | = | es el valor numérico de la masa de la porción de ensayo, en gramos. |

VALORES DE INDICE DE YODO:

ACEITE DE PALMA: 50-55. Se pesan 0.2 g

SEBO: 40-55. Se pesan 0.4 g

ACEITE DE PESCADO: 130- 200. Se puede pesar 0.10-0.13 g

ANALISIS DE RESULTADOS:

Para un análisis de aceite de palma normalmente el rango va desde 50- 55 centigramos de yodo absorbidos por gramo de muestra (% de yodo absorbido). Se puede tener un rango de tolerancia de máx. 5 unidades por encima, lo que llevaría a pensar que es por el antioxidante, la identidad del lípido se puede dar por esta prueba en conjunto con el índice de peróxidos y acidez. Un valor por encima de 60 nos llevaría a pensar sobre un aumento de enlaces provocados por la presencia del glicerol. Un valor por debajo de 50 nos puede indicar la

11. INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo debe especificar el método usado y el resultado obtenido. También debe mencionar todos los detalles operativos no especificados en esta norma, o considerados como opcionales, junto con los detalles de cualquier incidente que pueda haber influido en el resultado. El informe de ensayo debe incluir toda la información necesaria para la identificación completa de la muestra.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and Vegetable Fats and Oils - Determination of Iodine Value. Geneve: ISO, 1996. 6 p. (ISO 3961).